



TUGAS AKHIR - SS141501

PEMODELAN KASUS MALARIA DAN *FILARIASIS* DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI POISSON BIVARIAT

FRISKA MIFTAKHUL ILMI
NRP 1311 100 041

Dosen Pembimbing
Dr. Purhadi, M.Sc

Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS141501

MODELING THE CASE OF MALARIA AND *FILARIASIS* IN EAST JAVA USING BIVARIATE POISSON REGRESSION

FRISKA MIFTAKHUL ILMI
NRP 1311 100 041

Supervisor
Dr. Purhadi, M.Sc

Undergraduate Programme of Statistics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN KASUS MALARIA DAN *FILARIASIS* DI
JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI POISSON
BIVARIAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FRISKA MIFTAKHUL ILMI

NRP. 1311 100 041

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Purnhadi, M. Sc

NIP. 19620204 198701 1 001



**Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**



Dr. Muhammad Mashuri, MT

NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2015

PEMODELAN KASUS MALARIA DAN *FILARIASIS* DI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN REGRESI POISSON BIVARIAT

Nama Mahasiswa : Friska Miftakhul Ilmi
NRP : 1311 100 041
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen pembimbing : Dr. Purhadi, M.Sc

ABSTRAK

Salah satu agenda pencapaian MDGs di bidang kesehatan adalah memerangi malaria dan filariasis. Malaria dan filariasis merupakan dua kejadian yang disebabkan adanya kesamaan vektor yang menyebabkan kedua penyakit tersebut yaitu gigitan nyamuk anopheles. Sebaran penderita malaria yang ditemukan di Jawa Timur tahun 2013 terdapat di 30 kabupaten/kota, sedangkan kasus klinis filariasis tersebar di 33 kabupaten/kota. Studi kasus tentang hubungan malaria dan filariasis belum pernah dilakukan, sehingga ingin diketahui faktor yang berpengaruh secara signifikan pada jumlah kasus malaria dan filariasis di propinsi Jawa Timur pada tahun 2013 menggunakan Regresi poisson bivariat. Metode ini merupakan metode pemodelan terbaik terhadap kasus malaria dan filariasis karena saling berkorelasi dan berdistribusi poisson. Hasil dari penelitian ini yaitu berdasarkan ketiga model regresi poisson bivariat, didapatkan model terbaik yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 1298,991. Pada model ini, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria, sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kasus filariasis adalah persentase PHBS, persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, persentase penggunaan repellent, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk.

Kata Kunci : Filariasis, Malaria, Regresi Poisson Bivariat



MODELING THE CASE OF MALARIA AND FILARIASIS IN EAST JAVA USING BIVARIATE POISSON REGRESSION

Name of Student : Friska Miftakhul Ilmi
ID : 1311 100 041
Department : Statistika FMIPA-ITS
Supervisor : Dr. Purhadi, M.Sc

ABSTRACT

One of agenda to achieve the MDGs in the health sector is combat malaria and filariasis. Malaria and filariasis are two events that caused by the vectors similarity that cause both diseases namely anopheles mosquito bites. Spread of malaria found in East Java in 2013, it's found in 30 districts / cities, while the spread of filariasis found in 33 districts / cities. Case study on the relationship of malaria and filariasis has never been done, so it can be known factors that significantly influence on the number of cases malaria and filariasis in East Java province in 2013 using Bivariate Poisson Regression. This method is the best method for malaria and filariasis case because it's correlated and has poisson distribution. Results from this study are based on the three bivariate poisson regression model, obtained the best model namely model with λ_0 is an equation with the smallest AIC value, the value is 1298.991. In this model, all variables significantly influence the incidence of malaria, while the variables that significantly influence the incidence of filariasis are percentage of clean and healthy live behavior, percentage behavior of clean the bath tub more than 1 times a week, percentage the use of mosquito repellent, percentage the use of insecticides, and percentage the use of insect repellent.

Keywords : Bivariate Poisson Regression, Filariasis, Malaria



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah..Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemodelan Kasus Malaria dan *Filariasis* di Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat”** tepat pada waktunya.

Laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulisan laporan Tugas Akhir ini belum sempurna karena kesempurnaan hanya milik sang Pencipta, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran bagi pembaca untuk mendapatkan hasil yang lebih baik di kemudian hari.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa bantuan dan dukungan beberapa pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Purnadi, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah sabar membimbing dan memberi arahan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak I Nyoman Latra dan Bapak Sutikno selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika, Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku Ketua Prodi S1 Jurusan Statistika, dan Bapak Prof. Nur Iriawan selaku dosen wali.
4. Semua dosen dan karyawan Statistika ITS atas segala ilmu dan *support* yang diberikan.
5. Kedua orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik secara moril dan materiil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik.

6. Mas Iqbal dan Pak Triyanto yang telah membantu penulis dalam mempelajari konsep dan *syntax*.
7. Pihak Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan arahan mengenai data yang penulis olah.
8. Erik yang selalu memberikan semangat dan *support*.
9. *Sosialita* yang selalu memberikan semangat dan *support*.
10. Teman-teman Statistika angkatan 2011 yang selama 4 empat tahun menjalani kuliah bersama-sama.
11. Yayasan Karya Salemba Empat yang selama 3 tahun memberikan beasiswa kepada penulis beserta Paguyuban dan Keluarga Karya Salemba Empat ITS yang menjadi keluarga baru.
12. Lucy, Indik, mbak urifah, mbak fitria, mbak erna, mbak ega, Chusnul, Kurnia, Nunun, dan teman-teman PKM (Nduty, Ecy, Isti) atas bantuan dan *supportnya*.
13. Semua teman, relasi, dan berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, masukan dan saran diharapkan dari semua pihak demi pengembangan selanjutnya. Besar harapan penulis bahwa Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menambah wawasan serta pengetahuan.

Surabaya, Mei 2015

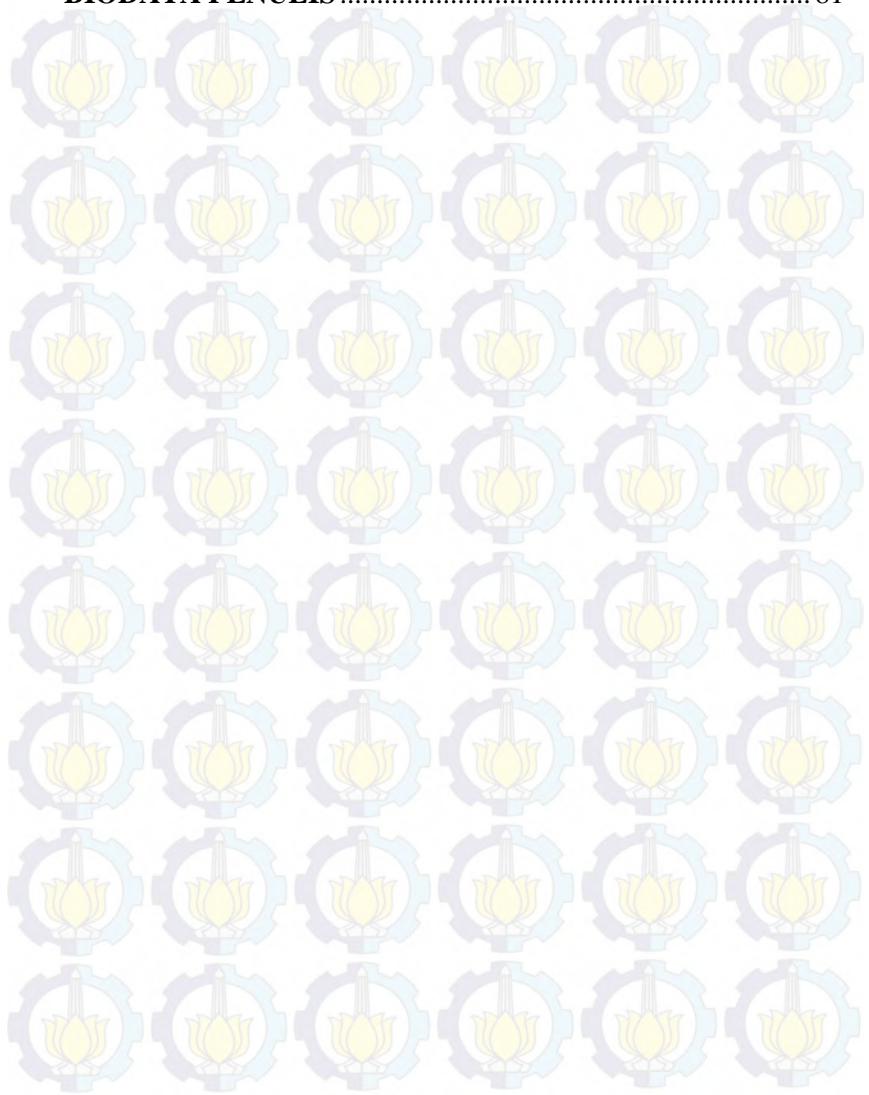
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Uji Korelasi dan Multikolinearitas.....	8
2.2.1 Uji Korelasi.....	8
2.2.2 Uji Multikolinearitas.....	8
2.3 Distribusi Poisson.....	9
2.4 Distribusi Poisson Bivariat.....	9
2.5 Regresi Poisson.....	11
2.5.1 Estimasi Parameter Regresi Poisson.....	11
2.5.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson.....	14
2.6 Regresi Poisson Bivariat.....	15
2.6.1 Estimasi Parameter Regresi Poisson Bivariat.....	16
2.6.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson Bivariat.....	20
2.7 Estimasi <i>Standart Error</i> dengan Metode <i>Bootstrap</i>	22
2.8 Pemilihan Model Terbaik.....	23
2.9 Malaria dan <i>Filariasis</i>	23
2.9.1 Malaria.....	23

2.9.2 <i>Filariasis</i>	24
2.9.3 Faktor Risiko <i>Filariasis</i>	24
2.9.4 Faktor Risiko Malaria.....	25
2.10 Penelitian Sebelumnya.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Sumber Data.....	27
3.2 Kerangka Konsep.....	27
3.3 Variabel Penelitian.....	27
3.4 Metode Analisis Data.....	29
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Deskripsi Jumlah Kasus Malaria dan <i>Filariasis</i> Serta Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur	33
4.1.1 Deskripsi Jumlah Kasus Malaria dan <i>Filariasis</i> ...	33
4.1.2 Deskripsi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Malaria dan <i>Filariasis</i>	36
4.2 Pemodelan Jumlah Kasus Malaria dan <i>Filariasis</i> Menggunakan Regresi Poisson Bivariat.....	43
4.2.1 Pola Hubungan Antar Variabel Respon dan Prediktor	43
4.2.2 Pemeriksaan Korelasi Variabel Respon	46
4.2.3 Pemeriksaan Multikolinearitas Variabel Prediktor	47
4.2.4 Pemodelan Pertama Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarians Adalah Konstanta.....	49
4.2.5 Pemodelan Kedua Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarians Adalah Fungsi Dari Variabel Bebas	51
4.2.6 Pemodelan Ketiga Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarians Adalah Nol.....	54
4.2.7 Interpretasi Model Regresi Poisson Bivariat Terbaik.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61

LAMPIRAN.....65
BIODATA PENULIS.....81





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	28
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	29
Tabel 4.1 Nilai Mean, Varians, Minimum, dan Maksimum Jumlah Kasus Malaria dan <i>Filariasis</i>	33
Tabel 4.2 Nilai Mean, Varians, Minimum, dan Maksimum Variabel Prediktor.....	36
Tabel 4.3 Koefisien Korelasi Jumlah Kasus Malaria dan <i>Filariasis</i>	46
Tabel 4.4 Koefisien Korelasi Antar Variabel Respon dan Prediktor.....	47
Tabel 4.5 Nilai VIF Variabel Prediktor.....	48
Tabel 4.6 Penaksiran Parameter Model Pertama	50
Tabel 4.7 Penaksiran Parameter Model Kedua	52
Tabel 4.8 Penaksiran Parameter λ_0 Model Kedua.....	53
Tabel 4.9 Penaksiran Parameter Model Ketiga.....	54



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Kerangka Konsep Penelitian Menurut Blum ..	27
Gambar 3.2	Diagram Alir Analisis Data	31
Gambar 4.1	Persebaran Jumlah Kasus Malaria di Provinsi Jawa Timur tahun 2013.....	34
Gambar 4.2	Persebaran Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> di Provinsi Jawa Timur tahun 2013	35
Gambar 4.3	Persebaran Persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat.....	37
Gambar 4.4	Persebaran Persentase Institusi Dibina Kesehatan Lingkungannya	37
Gambar 4.5	Persebaran Persentase Lantai Rumah Bukan Tanah	38
Gambar 4.6	Persebaran Persentase Perilaku Menguras Bak Mandi Lebih Dari 1 kali Seminggu	39
Gambar 4.7	Persebaran Persentase Penggunaan <i>Repellent</i>	40
Gambar 4.8	Persebaran Persentase Penggunaan Insektisida	41
Gambar 4.9	Persebaran Persentase Penggunaan Obat Nyamuk.....	42
Gambar 4.10	Pola Hubungan Jumlah Kasus Malaria dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi	44
Gambar 4.11	Pola Hubungan Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Variabel Respon dan Prediktor	65
Lampiran 2.	<i>Output</i> Statistika Deskriptif Variabel Penelitian	69
Lampiran 3.	<i>Output</i> Korelasi Variabel Respon	69
Lampiran 4.	<i>Output</i> Korelasi Variabel Prediktor	70
Lampiran 5.	<i>Output</i> Uji Multikolinearitas	71
Lampiran 6.	Program R Regresi Poisson Bivariat (Sintaks Bootstrap dengan λ_0 =konstanta)	72
Lampiran 7.	Program R Regresi Poisson Bivariat (Sintaks Bootstrap dengan λ_0 =persamaan)	73
Lampiran 8.	Program R Regresi Poisson Bivariat (Sintaks Bootstrap dengan λ_0 =dobel λ) ...	74
Lampiran 9.	Hasil Program Regresi Poisson Bivariat (λ_0 =konstanta)	75
Lampiran 10.	Hasil Program Regresi Poisson Bivariat (λ_0 =persamaan)	77
Lampiran 11.	Hasil Program Regresi Poisson Bivariat (λ_0 =dobel λ)	79



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan kesehatan diarahkan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terbentuk kesehatan masyarakat yang optimal. Kementerian Kesehatan, Dinas Kesehatan Provinsi, dan Kabupaten/Kota dalam menjalankan kebijakan dan program pembangunan kesehatan tidak hanya berpihak pada kaum miskin, namun juga berorientasi pada pencapaian *Millenium Development Goals* (MDGs). Agenda pencapaian MDGs terdiri dari delapan poin, lima diantaranya merupakan bidang kesehatan. Salah satu agenda pencapaian MDGs di bidang kesehatan adalah memerangi malaria dan *filariasis* (Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur, 2013).

Malaria merupakan penyakit menular yang menjadi perhatian global. Penyakit ini sering menimbulkan KLB (Kejadian Luar Biasa), berdampak luas terhadap kualitas hidup dan ekonomi, serta dapat mengakibatkan kematian (Riset Kesehatan Dasar, 2007). Malaria adalah penyakit infeksi parasit yang dapat menular kepada manusia sehat melalui gigitan nyamuk *anopheles* yang mengandung parasit. Selain faktor parasit, malaria juga disebabkan faktor manusia (*host*) serta lingkungan, baik lingkungan sosial ekonomi, lingkungan biologik dan lingkungan fisik (Departemen Kesehatan RI, 2010).

Filariasis (penyakit kaki gajah) adalah penyakit menular menahun yang disebabkan oleh cacing filaria yang menyerang saluran dan kelenjar getah bening. Penyakit ini dapat merusak sistim limfe sehingga menimbulkan pembengkakan pada tangan dan kaki. Tidak seperti malaria, *filariasis* dapat ditularkan oleh 23 spesies nyamuk, salah satunya dari genus *anopheles* (Departemen Kesehatan RI, 2010).

Sebagai kelanjutan dari program nasional untuk Indonesia Bebas Malaria di tahun 2030, Dinas Kesehatan memiliki target

bahwa Pulau Jawa dan Bali sebagai daerah yang bukan endemik terhadap malaria akan bebas dari penyakit malaria terlebih dahulu yaitu pada tahun 2015. Sebaran penderita malaria yang ditemukan di Jawa Timur tahun 2013 terdapat di 30 kabupaten/kota dengan jumlah 1070 penderita, jumlah ini menurun dibandingkan dengan jumlah tahun 2012. *Annual Parasite Incidence* (API) adalah jumlah penderita positif malaria per seribu penduduk. API mengalami penurunan dari tahun 2012 menjadi 0,028 per seribu penduduk. Angka ini sudah jauh di bawah target wilayah eliminasi malaria sebesar kurang dari 1 per seribu penduduk. Sementara itu, proporsi malaria import mengalami kenaikan dibanding dengan proporsi tahun 2012. Kasus malaria terbanyak adalah malaria import sebesar 99,9 %. Tingginya malaria import yang tidak ditemukan dan diobati sangat beresiko untuk menularkan malaria di daerah reseptif (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

Mikrofilaria (*MF*) rate 1% atau lebih merupakan indikator suatu Kabupaten/Kota menjadi daerah endemis *filariasis*. *MF rate* dihitung dengan cara membagi jumlah sediaan darah jari (SDJ) yang positif mikrofilaria dengan jumlah SDJ yang diperiksa dikali seratus persen. Daerah yang mempunyai *MF rate* tinggi berarti di daerah tersebut banyak ditemukan penduduk yang mengandung mikrofilaria di dalam darahnya. Semakin tinggi *MF rate* semakin tinggi pula risiko terjadi penularan *filariasis*. Hasil survei darah tusuk jari menyatakan bahwa Jawa Timur merupakan propinsi dengan *Mf rate* terendah di Pulau Jawa yaitu 0,6% yang menunjukkan kecilnya risiko penularan namun ada kemungkinan penambahan jumlah kasus *filariasis* di Jawa Timur. Di Jawa Timur, 100 % penderita kasus *filariasis* ditemukan dalam kondisi kronis dan cacat permanen. Tercatat sampai dengan tahun 2013, kasus klinis *filariasis* yang telah ditemukan dan diobati sejumlah 358 penderita yang tersebar di 33 kabupaten/kota (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

Beberapa penelitian mengenai *filariasis* telah dilakukan. Nasrin (2008) meneliti tentang faktor lingkungan dan perilaku

yang berhubungan dengan kejadian filariasis di Kabupaten Bangka Barat menggunakan *Odds Ratio* menghasilkan kesimpulan bahwa faktor penyebab *filariasis* adalah jenis pekerjaan, tingkat penghasilan, kebiasaan tidak menggunakan obat nyamuk, dan tingkat pengetahuan. Amaliana (2012) meneliti mengenai jumlah kasus *filariasis* di propinsi Jawa Timur menggunakan *GWZIPR* menghasilkan kesimpulan bahwa peluang tidak terjadi kasus *filariasis* dipengaruhi oleh persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat, persentase keluarga dengan kepemilikan jamban sehat, persentase keluarga dengan kepemilikan tempat sampah sehat, persentase keluarga dengan kepemilikan pengelolaan air limbah sehat, dan persentase kegiatan penyuluhan kesehatan.

Beberapa penelitian mengenai malaria telah dilakukan. Sarumpaet dan Tarigan (2006) meneliti tentang faktor risiko kejadian malaria di Kabupaten Karo menggunakan *Odds Ratio* menghasilkan kesimpulan bahwa variabel tindakan (penggunaan obat nyamuk, kasa nyamuk, kelambu, *repellent*) merupakan faktor dominan dengan kejadian malaria. Santy, Fitriangga, dan Natalia (2014) meneliti mengenai hubungan faktor individu dan lingkungan dengan kejadian malaria di Kabupaten Sekadau menggunakan *Odds Ratio* menghasilkan kesimpulan bahwa kebiasaan pemakaian kelambu, obat nyamuk, dan beraktivitas diluar rumah pada malam hari berpengaruh terhadap kejadian malaria.

Regresi poisson bivariat adalah metode yang digunakan untuk memodelkan sepasang *count data* yang berdistribusi poisson dan memiliki korelasi (Karlis & Ntzoufras, 2005). Beberapa penelitian mengenai regresi poisson bivariat telah dilakukan. Ratnasari (2013) meneliti tentang pemodelan faktor yang mempengaruhi HIV dan AIDS di Jawa Timur menghasilkan kesimpulan bahwa model terbaik adalah model dengan λ_0 merupakan suatu persamaan. (Pritasari, 2013 dan Rachmah, 2014) melakukan pemodelan jumlah kematian bayi dan ibu di Jawa Timur menghasilkan kesimpulan bahwa jumlah kematian bayi

dan ibu memiliki nilai korelasi yang bermakna.

Malaria dan *filariasis* merupakan dua kejadian yang disebabkan adanya kesamaan vektor yang menyebabkan kedua penyakit tersebut yaitu gigitan nyamuk *anopheles*. Studi kasus tentang hubungan malaria dan *filariasis* belum pernah dilakukan. Dengan latar belakang yang telah dijabarkan, maka pada penelitian ini akan diterapkan pendekatan Regresi Poisson Bivariat untuk memodelkan jumlah penderita malaria dan *filariasis* di Provinsi Jawa Timur tahun 2013.

1.2 Perumusan Masalah

Salah satu agenda pencapaian MDGs di bidang kesehatan adalah memerangi malaria dan *filariasis*. Malaria dan *filariasis* merupakan dua kejadian yang disebabkan adanya kesamaan vektor yang menyebabkan kedua penyakit tersebut yaitu gigitan nyamuk *anopheles*. Sebaran penderita malaria yang ditemukan di Jawa Timur tahun 2013 terdapat di 30 dari 38 kabupaten/kota. Sementara itu kasus klinis *filariasis* telah tersebar di 33 dari 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Studi kasus tentang hubungan malaria dan *filariasis* belum pernah dilakukan, sehingga permasalahan yang diangkat adalah apa sajakah faktor yang berpengaruh secara signifikan pada jumlah kasus malaria dan *filariasis* di provinsi Jawa Timur pada tahun 2013 dengan menggunakan regresi poisson bivariat.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah menentukan faktor yang berpengaruh secara signifikan pada jumlah kasus malaria dan *filariasis* di Propinsi Jawa Timur pada tahun 2013 dengan menggunakan regresi poisson bivariat.

1.4 Manfaat Penelitian

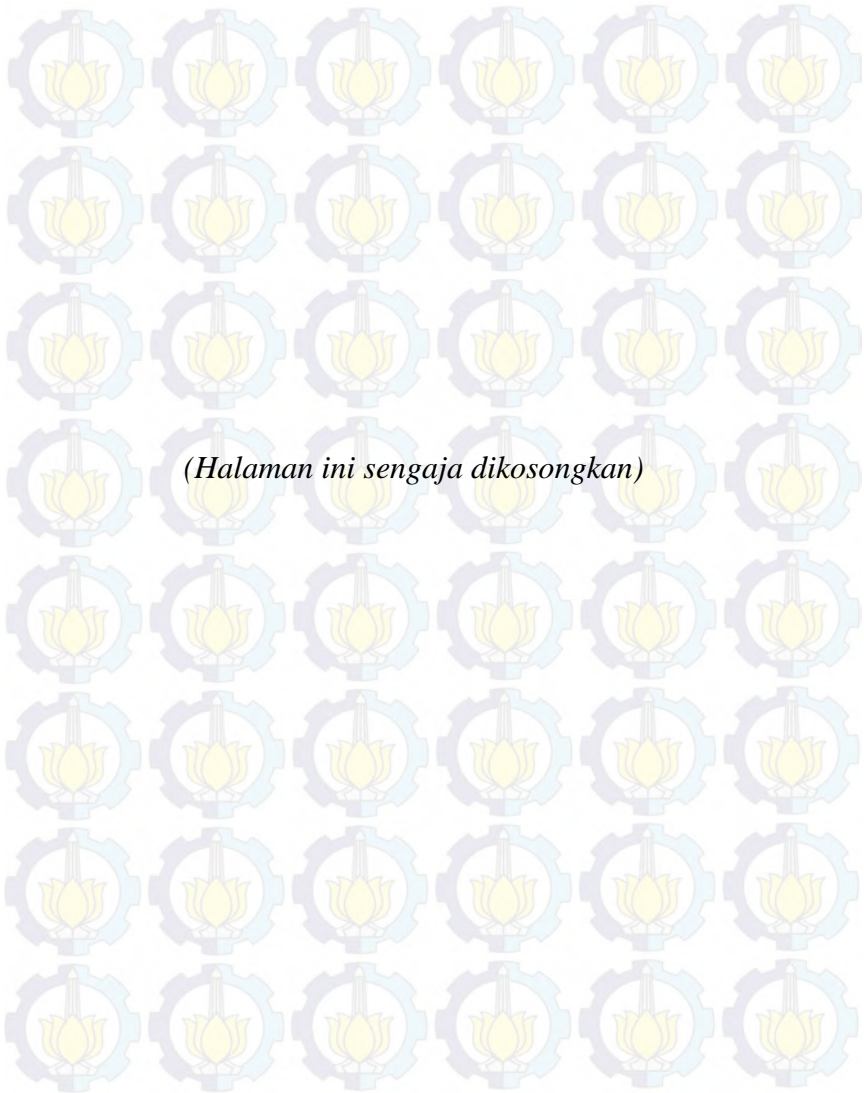
Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Sebagai salah satu cara penerapan ilmu statistik di bidang kesehatan.

2. Mengembangkan ilmu pengetahuan dibidang regresi khususnya regresi poisson bivariat.
3. Dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit malaria dan *filariasis* di Provinsi Jawa Timur, diharapkan adanya peningkatan perilaku hidup sehat yang bisa mengurangi terjadinya penyakit malaria dan *filariasis*.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan dua variabel respon yaitu jumlah kasus malaria dan *filariasis* serta 7 variabel prediktor yang mempengaruhi pada 29 Kabupaten dan 9 Kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2013.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Kategori yang termasuk dalam statistika deskriptif antara lain ukuran pemusatan data, penyebaran data, grafik, serta diagram (Walpole, 1995).

Ukuran pemusatan data yang sering digunakan untuk mendeskripsikan data adalah rata-rata dan median (nilai tengah). Rata-rata adalah hasil pembagian antara jumlah nilai setiap observasi dengan banyaknya data observasi yang dituliskan pada Persamaan 2.1.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

dengan :

\bar{x} : Rata-rata

x_i : Pengamatan ke- i ; $i = 1, 2, \dots, n$

n : Banyaknya observasi

Ukuran penyebaran data yang sering digunakan untuk mendeskripsikan data adalah nilai maksimum, nilai minimum, dan varians (ragam). Nilai maksimum merupakan nilai terbesar yang terdapat dalam sekumpulan data dan nilai minimum adalah nilai terendah yang terdapat dalam sekumpulan data, sedangkan ragam (s^2) menunjukkan ukuran variabilitas yang dihitung dengan cara mengkuadratkan standar deviasi yang dituliskan pada Persamaan 2.2.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.2)$$

2.2 Uji Korelasi dan Multikolinearitas

2.2.1 Uji Korelasi

Draper dan Smith (1992) menyatakan bahwa koefisien korelasi merupakan suatu indikator dalam hubungan linier antara 2 variabel. Sedangkan koefisien korelasi untuk Y_1 dan Y_2 menurut Kawamura (1973) seperti pada Persamaan 2.3.

$$\hat{\rho}_{Y_1Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)(Y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}} \quad (2.3)$$

Pada koefisien korelasi terdapat dua hubungan, yaitu positif dan negatif. Nilai positif dan negatif ini disebabkan nilai korelasi berkisar antara -1 hingga 1. Apabila nilai korelasi mendekati 1, baik positif maupun negatif, hal tersebut berarti kedua variabel memiliki hubungan yang erat. Nilai korelasi 0 menunjukkan bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan erat. Nilai korelasi yang positif menunjukkan adanya hubungan berbanding lurus pada 2 variabel, sedangkan nilai korelasi yang negatif menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Berikut adalah pengujian hipotesis untuk korelasi variabel respon.

$H_0 : \rho_{Y_1Y_2} = 0$ (Tidak ada hubungan antara Y_1 dan Y_2)

$H_1 : \rho_{Y_1Y_2} \neq 0$ (Terdapat hubungan antara Y_1 dan Y_2)

Statistik uji :

$$t = \frac{\hat{\rho}_{Y_1Y_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - \hat{\rho}_{Y_1Y_2}^2}} \quad (2.4)$$

Jika $|t_{hitung}| > t_{(r/2, n-2)}$ maka H_0 ditolak.

2.2.2 Uji Multikolinearitas

Analisis regresi yang melibatkan beberapa variabel prediktor memerlukan adanya pemenuhan asumsi yaitu tidak terjadinya multikolinieritas. Multikolinieritas berarti terdapatnya korelasi atau hubungan antara satu variabel prediktor dengan

beberapa prediktor lainnya. Pendeteksian adanya multikolinieritas adalah dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). VIF secara umum dituliskan seperti pada Persamaan 2.5.

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, k. \quad (2.5)$$

R_j^2 adalah koefisien determinasi untuk regresi prediktor ke-j pada prediktor-prediktor lainnya. Nilai R_j^2 akan sama dengan nol dan VIF akan bernilai satu apabila variabel prediktor tidak saling linier pada model regresi. Nilai VIF lebih lebih dari 10 mengindikasikan adanya multikolinieritas diantara variabel-variabel prediktor (Hines & Montgomery, 1990).

2.3 Distribusi Poisson

Suatu variabel random Y didefinisikan mempunyai distribusi poisson jika densitas (fungsi peluangnya) diberikan sebagai berikut (Myers, 1990).

$$f_Y(y) = f_Y(y, \lambda) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!}, & y = 0, 1, 2, \dots \\ 0, & y \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2.6)$$

Dengan parameter $\lambda > 0$. Persamaan 2.6 disebut sebagai fungsi peluang poisson. Jika Y adalah suatu variabel random yang berdistribusi poisson, maka mempunyai mean dan variansi yang sama yaitu λ . Beberapa karakteristik dari percobaan yang mengikuti sebaran distribusi poisson antara lain.

1. Kejadian yang terjadi pada populasi yang besar dengan probabilitas yang kecil.
2. Kejadian bergantung pada interval waktu tertentu.
3. Kejadian yang termasuk dalam *counting process*.

2.4 Distribusi Poisson Bivariat

Misalkan X_0, X_1, X_2 merupakan variabel random yang masing-masing berdistribusi poisson dengan parameter $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$, kemudian diberikan variabel random sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Y_1 &= X_1 + X_0 \\ Y_2 &= X_2 + X_0 \end{aligned} \quad (2.7)$$

Menurut Kawamura (1973) nilai ekspektasi dan varians dari variabel random Y_1 dan Y_2 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E(Y_1) &= E(X_1 + X_0) = E(X_1) + E(X_0) = \lambda_1 + \lambda_0 \\ E(Y_2) &= E(X_2 + X_0) = E(X_2) + E(X_0) = \lambda_2 + \lambda_0 \end{aligned} \quad (2.8)$$

Setelah diketahui nilai ekspektasi dari masing-masing variabel random Y_1 dan Y_2 maka dapat diketahui pula $E(Y_1 Y_2)$ sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E(Y_1 Y_2) &= E[(X_1 + X_0)(X_2 + X_0)] \\ E(Y_1 Y_2) &= E(X_1 X_0) + E(X_1 X_2) + E(X_0 X_2) + E(X_0^2) \\ E(Y_1 Y_2) &= (\lambda_1 + \lambda_0)(\lambda_2 + \lambda_0) + \lambda_0 \end{aligned} \quad (2.9)$$

Sehingga diperoleh nilai varians yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_1) &= \text{Var}(X_1) + \text{Var}(X_0) = \lambda_1 + \lambda_0 \\ \text{Var}(Y_2) &= \text{Var}(X_2) + \text{Var}(X_0) = \lambda_2 + \lambda_0 \end{aligned} \quad (2.10)$$

Nilai $\text{Cov}(Y_1, Y_2)$ yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(Y_1, Y_2) &= E(Y_1 Y_2) - E(Y_1)E(Y_2) \\ &= ((\lambda_1 + \lambda_0)(\lambda_2 + \lambda_0) + \lambda_0) - ((\lambda_1 + \lambda_0)(\lambda_2 + \lambda_0)) \\ &= \lambda_0 \end{aligned} \quad (2.11)$$

Koefisien korelasi untuk Y_1 dan Y_2 menurut Kawamura (1973) seperti pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \rho_{Y_1 Y_2} &= \frac{\text{Cov}(Y_1, Y_2)}{\sqrt{\text{var}(Y_1) \text{var}(Y_2)}} \\ &= \frac{\lambda_0}{\sqrt{(\lambda_1 + \lambda_0)(\lambda_2 + \lambda_0)}} \end{aligned} \quad (2.12)$$

Dengan fungsi pembangkit momen bersama dari poisson bivariat Y_1, Y_2 adalah:

$$M_{(Y_1, Y_2)}(t_1, t_2) = \exp(-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_0) + (\lambda_1 e^{t_1} + \lambda_2 e^{t_2} + \lambda_0 e^{(t_1 + t_2)})) \quad (2.13)$$

Variabel random Y_1 dan Y_2 secara bersama-sama berdistribusi bivariat poisson dengan fungsi probabilitas bersamanya berbentuk seperti pada persamaan berikut.

$$f(y_1, y_2) = \begin{cases} e^{-(\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2)} \sum_{i=0}^s \frac{\lambda_{1i}^{y_1-i} \lambda_{2i}^{y_2-i} \lambda_0^i}{(y_1-i)!(y_2-i)!i!}, & y_1, y_2 = 0, 1, 2, \dots \\ 0, & y_i \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2.14)$$

dengan s adalah nilai variabel dari Y_1 dan Y_2 yang lebih kecil

2.5 Regresi Poisson

Regresi Poisson menggambarkan adanya hubungan antara variabel respon (Y) yang berdistribusi poisson dengan satu atau lebih variabel prediktor (X) (Agresti, 1990). Regresi Poisson mengharuskan *equidispersi* yaitu kondisi dimana *mean* dan variansi dari variabel respon bernilai sama. Akan tetapi ada kalanya terdapat kondisi *equidispersi* tidak terpenuhi, dimana nilai variansi lebih besar atau lebih kecil dari nilai mean (*over/under dispersion*), sehingga menghasilkan model regresi poisson yang tidak sesuai dan penduga parameter yang bias (Winkelmann, 2008). Berikut model regresi Poisson (Myers, 1990).

$$y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i) \text{ dengan } \lambda_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \mathbf{S}) \quad (2.15)$$

dengan λ_i adalah rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

Bentuk matriks dari variabel respon, variabel prediktor, dan parameter regresi Poisson dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_n]^T; \mathbf{x}_i^T = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]$$

$$\mathbf{S} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

2.5.1 Estimasi Parameter Regresi Poisson

Penaksiran parameter regresi poisson dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) (Myers, 1990). Berikut fungsi *likelihood* dari model regresi poisson.

$$\begin{aligned}
 L(\lambda) &= \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \\
 L(\lambda) &= \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})} (e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}})^{y_i}}{y_i!} \\
 L(\lambda) &= \frac{e^{-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})} (e^{\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}})}{\prod_{i=1}^n y_i!}
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

Selanjutnya didapatkan fungsi \ln *likelihood* dari persamaan 2.16 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \ln L(\lambda) &= \ln \left(\frac{e^{-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})} (e^{\sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}})}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right) \\
 &= -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)
 \end{aligned} \tag{2.17}$$

Taksiran parameter regresi poisson dilambangkan dengan $\hat{\lambda}$ yang didapatkan dari turunan pertama fungsi \ln *likelihood*, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \boldsymbol{\beta}} &= -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \\
 -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i &= 0
 \end{aligned} \tag{2.18}$$

Setelah dilakukan turunan pertama kemudian dilakukan turunan kedua fungsi \ln *likelihood* terhadap $\boldsymbol{\beta}$ sebagai berikut.

$$\frac{\partial^2 \ln L(\lambda)}{\partial \boldsymbol{\beta}^T \partial \boldsymbol{\beta}} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^T \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \tag{2.19}$$

Persamaan di atas kemudian diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}$ yang disamakan dengan nol selanjutnya dapat diselesaikan dengan metode iterasi numerik yaitu Newton-Raphson. Tujuan dari metode iterasi numerik tersebut adalah untuk memaksimumkan

fungsi *ln likelihood* (Myers, 1990). Algoritmanya dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\hat{\beta}_{(0)}$. Penentuan nilai awal ini biasanya diperoleh dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS), yaitu :

$$\hat{\beta}_{(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (2.20)$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \text{ dan } \mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad \cdots \quad y_n]^T$$

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g} , yaitu :

$$\mathbf{g}^T \left(\hat{\beta}_{(m)} \right)_{(k+1)1} = \left(\frac{\partial \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_k} \right) = \mathbf{g}_{(m)}$$

dengan k adalah banyaknya parameter yang ditaksir.

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H} , yaitu :

$$\mathbf{H} \left(\hat{\beta}_{(m)} \right)_{(k+1)(k+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_1 \partial \beta_0} & \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_k \partial \beta_0} & \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_k \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\hat{\beta}_{(m)})}{\partial \beta_k^2} \end{bmatrix} = \mathbf{H}_{(m)}$$

simetris

4. Memasukkan nilai $\hat{\beta}_{(0)}$ ke dalam elemen-elemen vektor \mathbf{g} dan matriks \mathbf{H} sehingga diperoleh vektor $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$
5. Mulai dari $m = 0$ dilakukan iterasi pada persamaan sebagai berikut.

$${}_{(m+1)} = {}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1} \begin{pmatrix} {}_{(m)} \end{pmatrix} \mathbf{g} \begin{pmatrix} {}_{(m)} \end{pmatrix} \quad (2.21)$$

Nilai ${}_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- m .

6. Penaksir parameter konvergen jika $\| {}_{(m+1)} - {}_{(m)} \| \leq v$, apabila penaksir belum konvergen, maka dilanjutkan kembali langkah 5 hingga iterasi ke $m = m + 1$.

2.5.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan statistik uji dalam pengujian parameter model regresi poisson adalah dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT). Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_l \neq 0; l = 1, 2, \dots, k$$

Himpunan parameter dibawah populasi adalah:

$$\Omega = \left\{ \beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k \mid -\infty < \beta_l < \infty \right\}; l = 1, 2, \dots, k$$

Maka fungsi *likelihood* untuk himpunan parameter di bawah populasi (untuk model yang lebih lengkap dengan melibatkan variabel prediktor) adalah.

$$\ln L(\hat{\Omega}) = \left(-n \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}) \right) + (\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}) \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \right) \quad (2.22)$$

dimana $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ didapat dari Persamaan 2.21

Himpunan parameter dibawah H_0 adalah:

$$\tilde{S} = \left\{ \beta_0 \mid -\infty < \beta_0 < \infty \right\}$$

Maka fungsi *ln likelihood* untuk himpunan parameter di bawah H_0 (untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor) adalah.

$$L(\tilde{S}) = \left(-n \left(\exp \hat{\beta}_0 \right) + (\hat{\beta}_0) \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \right) \quad (2.23)$$

dimana $\hat{\beta}_0 = \ln(\bar{Y})$

Likelihood ratio test dinotasikan sebagai berikut.

$$D(\hat{S}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{S})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 (\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{S})) \quad (2.24)$$

$D(\hat{\cdot})$ merupakan devians model regresi poisson. Nilai $D(\hat{\cdot})$ yang semakin kecil menyebabkan semakin kecil pula tingkat kesalahan yang dihasilkan model, sehingga model menjadi semakin tepat.

Untuk ukuran sampel besar distribusi dari statistik uji akan mengikuti distribusi *chi-kuadrat* dimana derajat bebasnya adalah banyaknya parameter model dibawah populasi dikurangi dengan banyaknya parameter dibawah H_0 . $D(\hat{\cdot})$ disebut juga sebagai statistik rasio *likelihood*. Kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 apabila $D(\hat{\cdot}) > \chi^2_{(r;k)}$ (McCullagh, 1989).

Apabila didapatkan hasil tolak H_0 maka langkah selanjutnya adalah pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_l = 0$$

$$H_1 : \beta_l \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$Z_{\text{hitung}} = \frac{\hat{\beta}_l}{se(\hat{\beta}_l)}$$

Nilai $(se(\hat{\beta}_l))$ diperoleh dari elemen diagonal ke $(l+1)$ dari matriks $Var(\hat{S})$

Daerah Kritis: tolak H_0 jika $|Z_{\text{hitung}}| > Z_{(r/2), r}$ adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

2.6 Regresi Poisson Bivariat

Regresi Poisson Bivariat adalah metode yang digunakan untuk memodelkan sepasang *count data* yang berdistribusi

poisson dan memiliki korelasi dengan beberapa variabel prediktor (Karlis & Ntzoufras, 2005). Variabel prediktor tersebut adalah variabel yang diduga sama-sama berpengaruh untuk kedua variabel respon. Model tersebut seperti pada persamaan berikut.

$$(Y_{1i}, Y_{2i}) \sim PB(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \lambda_0) \quad (2.25)$$

$$\lambda_j^* = \lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j}; j = 1, 2$$

$$\mathbf{x}_i^T = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]$$

$$\boldsymbol{\beta}_j = [\beta_{j0} \quad \beta_{j1} \quad \beta_{j2} \quad \dots \quad \beta_{jk}]^T$$

Dimana $i = 1, 2, \dots, n$, menunjukkan nomor observasi, observasi digunakan untuk model λ_i dan \mathbf{S}_j menunjukkan vektor korespondensi dari koefisien regresi. Terdapat tiga buah model dengan nilai λ_0 yang berbeda, yaitu:

- Model dengan nilai λ_0 adalah suatu konstanta.
- Model dengan nilai λ_0 merupakan fungsi dari variabel bebas (*covariate*) sehingga persamaannya sebagai berikut.
- Model dengan nilai λ_0 adalah nol dimana tidak ada kovarian dari kedua buah variabel.

$$\lambda_0 = \exp(\beta_{00} + \beta_{01}x_1 + \dots + \beta_{0k}x_k)$$

2.6.1 Estimasi Parameter Regresi Poisson Bivariat

Metode estimasi yang digunakan dalam regresi poisson bivariat adalah *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan fungsi *likelihood*nya sebagai berikut (Jung & Winkelmann, 1993).

$$L(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_0) = \prod_{i=1}^n \left(e^{-(\lambda_0 + \lambda_{1i} + \lambda_{2i})} \sum_{i=0}^s \frac{\lambda_{1i}^{y_{1i}-i} \lambda_{2i}^{y_{2i}-i} \lambda_0^i}{(y_{1i}-i)!(y_{2i}-i)!(i)!} \right) \quad (2.26)$$

s adalah nilai variabel dari Y_1 dan Y_2 yang lebih kecil

Model λ_0 adalah suatu konstanta, selanjutnya ditransformasi pada model regresi yaitu $\lambda_j^* = \lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j}; j = 1, 2$, sehingga diperoleh fungsi *likelihood* yang baru sebagai berikut.

$$L(\beta_0, \beta_1, \beta_2) = \prod_{i=1}^n \left(e^{-\beta_0} - \exp\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - \beta_0\right) - \exp\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_2} - \beta_0\right) \right) W_i \quad (2.27)$$

Adapun fungsi \ln *likelihood* diperoleh sebagai berikut .

$$Q = \ln L(\beta_0, \beta_1, \beta_2) \\ = n\beta_0 - \sum_{i=1}^n \left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - \beta_0 \right) - \sum_{i=1}^n \left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_2} - \beta_0 \right) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \quad (2.28)$$

Nilai W_i apabila dijabarkan adalah:

$$W_i = \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} \frac{\beta_0^k \left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - \beta_0 \right)^{y_{1i}-k} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_2} - \beta_0 \right)^{y_{2i}-k}}{k! (y_{1i}-k)! (y_{2i}-k)!} \quad (2.29)$$

Apabila dijabarkan maka nilai W_{1i} dan W_{2i} adalah:

$$W_i = \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} W_{1i} \cdot W_{2i} \\ W_{1i} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - \beta_0 \right)^{y_{1i}-k}}{(y_{1i}-k)!} \quad \text{dan} \quad W_{2i} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_2} - \beta_0 \right)^{y_{2i}-k} (\beta_0)^k}{(y_{2i}-k)! k!} \quad (2.30)$$

Q diturunkan terhadap $\beta_0, \beta_1, \beta_2$

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \exp\left(\mathbf{x}_i^T \beta_0\right) \mathbf{x}_i + \sum_{i=1}^n \frac{1}{W_i} \frac{\partial W_i}{\partial \beta_0} \\ \frac{\partial Q}{\partial \beta_1} = - \sum_{i=1}^n \exp\left(\mathbf{x}_i^T \beta_1\right) \mathbf{x}_i + \sum_{i=1}^n \frac{1}{W_i} \frac{\partial W_i}{\partial \beta_1} \\ \frac{\partial Q}{\partial \beta_2} = - \sum_{i=1}^n \exp\left(\mathbf{x}_i^T \beta_2\right) \mathbf{x}_i + \sum_{i=1}^n \frac{1}{W_i} \frac{\partial W_i}{\partial \beta_2} \quad (2.31)$$

W_{1i} diturunkan terhadap β_0

$$\frac{\partial W_{1i}}{\partial \beta_0} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - e^{\mathbf{x}_i^T \beta_0} \right)^{y_{1i}-k-1} \left(-e^{\mathbf{x}_i^T \beta_0} \right) \mathbf{x}_i}{(y_{1i}-k-1)!} \quad (2.32)$$

W_{2i} diturunkan terhadap β_0

$$\frac{\partial W_{2i}}{\partial_0} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{2i}-k} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^k}{(y_{2i}-k)!k!} \cdot \left[\frac{(y_{2i}-k)(-e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0})\mathbf{x}_i}{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)} + \frac{k\mathbf{x}_i}{e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}} \right] \quad (2.33)$$

W_i diturunkan terhadap $_0$

$$\frac{\partial W_i}{\partial_0} = \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{1i}-k} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{2i}-k} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^k}{(y_{1i}-k)!(y_{2i}-k)!k!} \cdot \left[\frac{(y_{1i}-k)(-e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0})\mathbf{x}_i}{e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}} + \frac{(y_{2i}-k)(-e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0})\mathbf{x}_i}{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)} + \frac{k\mathbf{x}_i}{e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}} \right] \quad (2.34)$$

W_{1i} diturunkan terhadap $_1$

$$\frac{\partial W_{1i}}{\partial_1} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{1i}-k-1} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1}\right)\mathbf{x}_i}{(y_{1i}-k-1)!} \quad (2.35)$$

W_{2i} diturunkan terhadap $_1$

$$\frac{\partial W_{2i}}{\partial_1} = 0 \quad (2.36)$$

W_i diturunkan terhadap $_1$

$$\frac{\partial W_i}{\partial_1} = \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{1i}-k-1} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1}\right)\mathbf{x}_i \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{2i}-k} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^k}{(y_{1i}-k-1)!(y_{2i}-k)!k!}$$

W_{1i} diturunkan terhadap $_2$

$$\frac{\partial W_{1i}}{\partial_2} = 0 \quad (2.37)$$

W_i diturunkan terhadap $_2$

$$\frac{\partial W_i}{\partial_2} = \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} \frac{(y_{2i}-k) \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{1i}-k-1} \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 2}\right)\mathbf{x}_i \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^k \left(e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 1} - e^{\mathbf{x}_i^T \cdot 0}\right)^{y_{1i}-k}}{(y_{1i}-k)!(y_{2i}-k)!k!}$$

Turunan kedua sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 Q}{\partial_0 \partial_0^T} &= \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \mathbf{0}) \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^T + \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial^2 W_i}{\partial_0 \partial_0^T} \right) - \left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial W_i}{\partial_0} \frac{\partial W_i}{\partial_0^T} \right) \right] \\
\frac{\partial^2 Q}{\partial_1 \partial_1^T} &= - \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \mathbf{1}) \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^T + \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial^2 W_i}{\partial_1 \partial_1^T} \right) - \left(\frac{1}{W_i^2} \frac{\partial W_i}{\partial_1} \frac{\partial W_i}{\partial_1^T} \right) \right] \\
\frac{\partial^2 Q}{\partial_2 \partial_2^T} &= - \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \mathbf{2}) \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^T + \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial^2 W_i}{\partial_2 \partial_2^T} \right) - \left(\frac{1}{W_i^2} \frac{\partial W_i}{\partial_2} \frac{\partial W_i}{\partial_2^T} \right) \right] \\
\frac{\partial^2 Q}{\partial_0 \partial_1^T} &= \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial^2 W_i}{\partial_0 \partial_1^T} \right) - \left(\frac{1}{W_i^2} \frac{\partial W_i}{\partial_0} \frac{\partial W_i}{\partial_1^T} \right) \right] \\
\frac{\partial^2 Q}{\partial_0 \partial_2^T} &= \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial^2 W_i}{\partial_0 \partial_2^T} \right) - \left(\frac{1}{W_i^2} \frac{\partial W_i}{\partial_0} \frac{\partial W_i}{\partial_2^T} \right) \right] \\
\frac{\partial^2 Q}{\partial_1 \partial_2^T} &= - \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{W_i} \frac{\partial^2 W_i}{\partial_1 \partial_2^T} \right) - \left(\frac{1}{W_i^2} \frac{\partial W_i}{\partial_1} \frac{\partial W_i}{\partial_2^T} \right) \right]
\end{aligned} \tag{2.38}$$

Karena hasil persamaan di atas tidak memberikan suatu persamaan yang eksplisit maka digunakan metode Newton-Rapshon dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\hat{\mathbf{\theta}}_{(0)}$ dengan

$$= \begin{pmatrix} \mathbf{y}_0 & \mathbf{T}_1 & \mathbf{T}_2 \end{pmatrix}^T \text{ dimana } \ln L(\mathbf{\theta}) = Q. \text{ Nilai taksiran awal}$$

parameter $\hat{\mathbf{\theta}}_{(0)}$ dapat menggunakan $Cov[Y_1, Y_2] = \mathbf{J}_0$. Nilai

taksiran awal $\hat{\mathbf{\theta}}_{j(0)}$ diperoleh dengan metode Ordinary Least

square (OLS), yaitu $\hat{\mathbf{\theta}}_{j(0)} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{Y}_j)$ dengan $j=1,2$.

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g} , yaitu:

$$\mathbf{g}^T \left(\begin{matrix} \\ (m) \end{matrix} \right)_{(2k+3)1} = \left(\frac{\partial Q}{\partial_0} \frac{\partial Q}{\partial_1^T} \frac{\partial Q}{\partial_2^T} \right)_{\mathbf{\theta} = \mathbf{\theta}_{(m)}}$$

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H} , yaitu:

$$\mathbf{H}^{(m)}_{(2k+3) \times (2k+3)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta_0 \partial \beta_2} \\ \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta_1 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta_1 \partial \beta_2} \\ \frac{\partial^2 Q}{\partial \beta_2 \partial \beta_2} \end{bmatrix} = \begin{matrix} \text{simetris} \end{matrix} \quad (m)$$

4. Memasukkan nilai $\hat{\beta}_{(0)}$ ke dalam elemen vektor \mathbf{g} dan matriks

\mathbf{H} , sehingga diperoleh vektor $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$.

5. Mulai dari $m = 0$ dilakukan iterasi pada persamaan berikut.

$$\hat{\beta}_{j(m+1)} = \hat{\beta}_{j(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\hat{\beta}_{(m)}) \mathbf{g}(\hat{\beta}_{(m)})$$

Nilai $\hat{\beta}_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen saat iterasi ke- m .

6. Jika belum mendapatkan penaksiran parameter yang konvergen, maka dilanjutkan kembali ke langkah 5 hingga iterasi ke $m = m+1$. Iterasi akan berhenti apabila nilai dari

$$\left\| \hat{\beta}_{(m+1)} - \hat{\beta}_{(m)} \right\| \leq \epsilon, \quad \epsilon \text{ adalah bilangan yang sangat kecil.}$$

2.6.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson Bivariat

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan statistik uji dalam pengujian parameter adalah metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{jk} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_{jl} \neq 0 ; j = 1, 2 ; l = 1, 2, \dots, k$$

Himpunan parameter dibawah populasi adalah:

$$\Omega = \{ \beta_0, \beta_{j0}, \beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jk} \} ; j = 1, 2$$

Himpunan parameter dibawah H_0 adalah:

$$\tilde{S} = \{\beta_{10}, \beta_{20}\}$$

Untuk menentukan nilai statistik uji, terlebih dahulu ditentukan dua buah fungsi *likelihood* yaitu $L(\hat{\Omega})$ yaitu nilai *maximum likelihood* untuk model yang lebih lengkap dengan melibatkan variabel prediktor dan $L(\tilde{S})$ yaitu nilai *maximum likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor, dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} D(\hat{S}) &= -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\tilde{S})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\tilde{S}) \right) \\ &= 2 \left[\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\alpha}_1) - \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\alpha}_2) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \right) - \right. \\ &\quad \left. \left(-\sum_{i=1}^n \exp(\hat{\beta}_{10}) - \sum_{i=1}^n \exp(\hat{\beta}_{20}) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \right) \right] \end{aligned} \quad (2.39)$$

$D(\hat{\alpha})$ adalah devians model regresi poisson bivariat dengan menggunakan pendekatan distribusi *chi-square* dengan derajat bebas $2k$, sehingga kriteria pengujiannya adalah H_0 ditolak jika $D(\hat{\alpha}) > t^2_{(2k, \alpha)}$. Apabila H_0 ditolak maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian parameter secara parsial. Pengujian hipotesis secara parsial adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$Z_{\text{hitung}} = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{se(\hat{\beta}_{jl})}$$

Nilai $(se(\hat{\beta}_{jl}))$ diperoleh dari elemen diagonal ke $(j+1)$ dari $Var(\hat{\alpha})$

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika $|Z_{hitung}| > Z_{(r/2)}$

2.7 Estimasi *Standart Error* dengan Metode *Bootstrap*

Metode *bootstrap* digunakan untuk mengestimasi *standar error* suatu distribusi populasi yang tidak diketahui dengan distribusi empiris yang diperoleh dari proses penarikan sampel yang dilakukan secara berulang-ulang. Metode *bootstrap* digunakan apabila dalam proses estimasi tersebut nilai parameter yang dicari sangat sulit untuk mencapai nilai yang konvergen (Karlis & Ntzoufras, 2005).

Algoritma *bootstrap* untuk mengestimasi *standar error* dari parameter adalah sebagai berikut (Cameron & Trivedi, 1998).

1. Pilih B sampel independen *bootstrap*.
2. Evaluasi replikasi *bootstrap* yang bersesuaian pada setiap sampel.
3. Pembentukan model dari setiap replikasi.
4. Menyimpan setiap nilai estimasi parameter dari hasil pemodelan dari setiap iterasi.
5. Mengestimasi *standar error* dengan rumus sebagai berikut.

$$\hat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^B (\hat{\beta}_j - \bar{\beta})^2}{B-1}} \quad (2.40)$$

dimana

\hat{se}_{Boot} = nilai estimasi *standar error bootstrap*

$\hat{\beta}_j$ = nilai estimasi parameter *bootstrap* ke - j , dimana $j = 1, 2, \dots, B$

$\bar{\beta}$ = nilai rata-rata hasil estimasi parameter, didapatkan dari

$$\bar{\beta} = \sum_{j=1}^B \frac{\hat{\beta}_j}{B}$$

B = banyak replikasi *bootstrap* untuk mengestimasi *standar error* biasanya antara 25-200

2.8 Pemilihan Model Terbaik

AIC (*Akaike Information Criterion*) merupakan kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik. Kriteria AIC biasanya digunakan apabila pembentukan model regresi bertujuan untuk mendapatkan faktor yang berpengaruh terhadap model bukan untuk melakukan suatu prediksi.

Besarnya nilai AIC sejalan dengan nilai devians dari model. Nilai devians akan semakin kecil apabila rasio antara fungsi *likelihood* di bawah H_0 dengan fungsi *likelihood* di bawah populasi semakin besar. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter yang diuji semakin mendekati nilai parameter populasi yang sebenarnya yang berarti dugaan model semakin baik. Oleh karena itu, model terbaik adalah dengan AIC terkecil dengan devians terkecil pula. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut (Bozdogan, 2000).

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\alpha}) + 2k \quad (2.41)$$

dengan k merupakan banyaknya parameter yang digunakan. Sedangkan $\ln L(\hat{\alpha})$ merupakan nilai \ln *likelihood*, yaitu:

$$\ln L(\hat{\alpha}) = n \hat{y}_0 - \sum_{i=1}^n \left(e^{\mathbf{x}_i^T \hat{\alpha}_1} \right) - \sum_{i=1}^n \left(e^{\mathbf{x}_i^T \hat{\alpha}_2} \right) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \quad (2.42)$$

2.9 Malaria dan Filariasis

Malaria dan *filariasis* merupakan dua kejadian yang disebabkan adanya kesamaan vektor yang menyebabkan kedua penyakit tersebut yaitu gigitan nyamuk *anopheles*.

2.9.1 Malaria

Malaria adalah penyakit infeksi parasit yang dapat menular kepada manusia sehat melalui gigitan nyamuk *anopheles*. Penularan penyakit malaria disebabkan faktor parasit, manusia (host), nyamuk *anopheles* (vektor) beserta lingkungan, baik lingkungan sosial ekonomi, lingkungan biologik dan lingkungan fisik (Departemen Kesehatan RI, 2010).

2.9.2 *Filariasis*

Filariasis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh cacing filaria dan ditularkan oleh 23 spesies nyamuk, salah satunya adalah *anopheles*. Proses penularan *filariasis* terjadi jika terdapat sumber penularan (manusia yang di dalam darahnya mengandung *mikrofilaria*), nyamuk, dan manusia lain yang rentan terhadap *filariasis*. (Departemen Kesehatan RI, 2008).

2.9.3 Faktor Risiko *Filariasis*

Beberapa faktor risiko yang dapat memicu timbulnya kasus *filariasis*, adalah sebagai berikut.

a. Faktor Cacing *filariasis*

Penyebab *filariasis* di Indonesia adalah *mikrofilaria* (larva cacing *filaria*) yang kemudian ditularkan oleh nyamuk (Departemen Kesehatan RI, 2007).

b. Faktor Manusia

Manusia tanpa mengenal jenis kelamin, dari berbagai kelompok umur memiliki risiko yang sama untuk mengalami kasus *filariasis*. Seseorang yang tinggal di daerah endemis, baik penderita maupun bukan, sama-sama tidak memiliki ketahanan tubuh alami terhadap *filariasis* (Departemen Kesehatan RI, 2007).

c. Faktor Nyamuk

Nyamuk memiliki kelangsungan siklus hidup di air dan akan terputus jika tidak ada genangan air. Seekor nyamuk mampu menularkan *filariasis* setelah menggigit manusia sebanyak beberapa kali (Departemen Kesehatan RI, 2007).

d. Faktor Lingkungan

Filariasis dapat terjadi dimana saja, baik pedesaan maupun perkotaan, lingkungan dalam dan luar rumah juga menjadi salah satu faktor risiko terjadinya kasus *filariasis* (Mardesni, 2006).

e. Faktor Perilaku

Penggunaan obat gosok anti nyamuk, pemasangan kawat kasa pada rumah, penyemprotan racun serangga, penggunaan kelambu saat tidur, kebiasaan keluar rumah di malam hari, serta kepemilikan hewan peliharaan merupakan perilaku manusia yang

memunculkan risiko terjadinya kasus *filariasis* (Juriastuti, Kartika, Djaja, & Susanna, 2010).

f. **Faktor Pengetahuan**

Pengetahuan seseorang tentang kesehatan berpengaruh terhadap kesadaran individu untuk menjaga kesehatan diri, keluarga, dan lingkungan (Nasrin, 2008).

2.9.4 Faktor Risiko Malaria

Beberapa faktor risiko yang dapat memicu timbulnya kasus malaria adalah sebagai berikut (Departemen Kesehatan RI, 1999).

1. **Host (pejamu)**

a. **Manusia (host intermediate)**

Pada dasarnya setiap orang bisa terinfeksi oleh agent atau penyebab penyakit dan merupakan tempat berkembangbiaknya agent (parasit plasmodium).

b. **Nyamuk anopheles (host definitive)**

Perilaku nyamuk sangat menentukan dalam proses penularan malaria antara lain tempat hinggap atau istirahat, tempat menggigit, dan obyek yang digigit.

2. **Agent (Parasit/plasmodium)**

Merupakan semua unsur yang bila diikuti dengan kontak yang efektif dengan manusia yang rentan akan menjadi stimulasi untuk memudahkan proses terjadinya penyakit.

3. **Lingkungan**

Nyamuk berkembang biak dengan baik bila lingkungannya sesuai dengan keadaan yang dibutuhkan oleh nyamuk. Faktor lingkungan dikelompokkan dalam 4 kelompok yaitu lingkungan fisik, kimiawi, biologik (flora dan fauna), dan sosial budaya.

2.10 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian mengenai *filariasis* telah dilakukan. Nasrin (2008) meneliti tentang faktor lingkungan dan perilaku yang berhubungan dengan kejadian filariasis di Bangka Barat menggunakan *Odds Ratio* menghasilkan kesimpulan bahwa faktor penyebab *filariasis* adalah jenis pekerjaan, tingkat penghasilan, kebiasaan tidak menggunakan obat nyamuk, dan tingkat

pengetahuan. Amaliana (2012) meneliti mengenai jumlah kasus *filariasis* di Jawa Timur menggunakan *GWZIPR* menghasilkan kesimpulan bahwa peluang tidak terjadi kasus *filariasis* dipengaruhi oleh persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat, persentase kepemilikan jamban sehat, persentase kepemilikan tempat sampah sehat, persentase pengelolaan air limbah sehat, dan persentase penyuluhan kesehatan.

Beberapa penelitian mengenai malaria telah dilakukan. Sarumpaet dan Tarigan (2006) meneliti tentang faktor risiko kejadian malaria di Kabupaten Karo menggunakan *Odds Ratio* menghasilkan kesimpulan bahwa variabel tindakan (penggunaan obat nyamuk, kasa nyamuk, kelambu, *repellent*) merupakan faktor dominan dengan kejadian malaria. Santy, Fitriangga, dan Natalia (2014) meneliti mengenai hubungan faktor individu dan lingkungan dengan kejadian malaria di Kabupaten Sekadau menggunakan *Odds Ratio* menghasilkan kesimpulan bahwa kebiasaan pemakaian kelambu, obat nyamuk, dan beraktivitas diluar rumah pada malam hari mempengaruhi kejadian malaria.

Beberapa penelitian mengenai regresi poisson bivariat telah dilakukan. Ratnasari (2013) meneliti tentang pemodelan faktor yang mempengaruhi HIV dan AIDS di Jawa Timur menghasilkan kesimpulan bahwa model terbaik adalah model dengan λ_0 merupakan suatu persamaan. Pritasari (2013) dan Rachmah (2014) melakukan pemodelan jumlah kematian bayi dan ibu di Jawa Timur menghasilkan kesimpulan bahwa jumlah kematian bayi dan ibu memiliki nilai korelasi yang bermakna.

BAB III

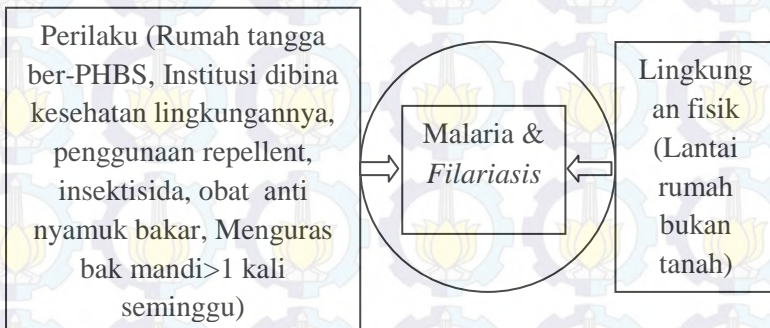
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Pada penelitian ini digunakan data sekunder yang bersumber dari Dinas Kesehatan dan Riset Kesehatan Dasar Tahun 2013. Unit pengamatan pada penelitian ini adalah 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur yang meliputi 29 kabupaten dan 9 kota. Mengingat data yang digunakan adalah data sekunder, maka diasumsikan bahwa alat ukur (kuesioner) yang digunakan telah tervalidasi dan petugas telah mengisi dengan benar.

3.2 Kerangka Konsep

Pada penelitian ini terdapat kerangka konsep menurut kerangka konsep dari Blum tahun 1976 yang disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian Menurut Blum

3.3 Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kasus malaria (Y_1) dan *filariasis* (Y_2) di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Sedangkan variabel prediktor (X) yang digunakan adalah sebanyak 7 variabel. Definisi operasional dari masing-masing variabel akan diuraikan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Kode	Variabel	Tipe Variabel
Y_1	Jumlah penderita malaria	Diskrit
Y_2	Jumlah penderita <i>filariasis</i>	Diskrit
X_1	Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat	Kontinu
X_2	Persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya	Kontinu
X_3	Persentase lantai rumah bukan tanah	Kontinu
X_4	Persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu	Kontinu
X_5	Persentase penggunaan repellent	Kontinu
X_6	Persentase penggunaan insektisida	Kontinu
X_7	Persentase penggunaan obat nyamuk bakar	Kontinu

Definisi dan penjelasan dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (X_1)

Rumah tangga yang seluruh anggotanya berperilaku hidup bersih dan sehat, yang meliputi 7 indikator, yaitu menggunakan air bersih, mencuci tangan dengan air bersih dan sabun, menggunakan jamban sehat, memberantas jentik di rumah, makan sayur dan buah setiap hari, melakukan aktivitas fisik setiap hari, dan tidak merokok di dalam rumah (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).

- b. Persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2)
Institusi dibina kesehatan lingkungannya meliputi sarana kesehatan, sarana pendidikan, sarana ibadah, perkantoran, dan sarana lain. Jumlah institusi yang dibina kesehatan lingkungannya di suatu wilayah pada periode tertentu dibagi jumlah institusi yang ada di wilayah dan pada periode yang sama (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013).
- c. Persentase lantai rumah bukan tanah (X_3)

Salah satu indikator rumah sehat adalah lantai rumah bersih dan tidak terbuat dari tanah sehingga tidak tembus air (PAMSIMAS, 2014).

- d. Persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4)

Upaya pencegahan nyamuk dapat dilakukan dengan 3M, salah satu upaya 3M adalah menguras bak mandi sekurang-kurangnya sekali seminggu (PAMSIMAS, 2014).

- e. Persentase penggunaan *repellent* (X_5)

Repellent adalah bahan kimia yang mempunyai kemampuan untuk menjauhkan serangga dari manusia. *Repellent* digunakan dengan cara menggosokkannya pada tubuh atau menyemprotkannya pada pakaian (Soedarto, 1992).

- f. Persentase penggunaan insektisida (X_6)

Insektisida adalah bahan-bahan kimia yang digunakan untuk memberantas serangga (Soedarto, 1992). Salah satu usaha penanggulangan penyakit malaria yang digalakkan oleh WHO adalah penggunaan insektisida (WHO, 2011).

- g. Persentase penggunaan obat nyamuk bakar (X_7)

Obat anti nyamuk bakar menghasilkan asap untuk membunuh nyamuk. Terdapat beberapa jenis lain obat nyamuk yaitu jenis semprot dan elektrik (Soedarto, 1992).

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

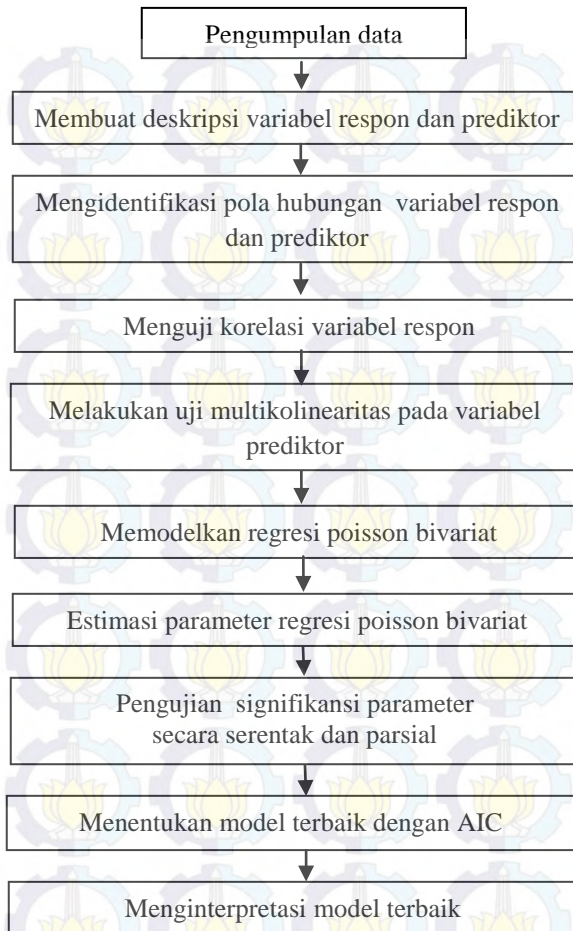
Wilayah	Y_1	Y_2	X_1	X_2	...	X_7
1	$Y_{1,1}$	$Y_{2,1}$	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$	...	$X_{7,1}$
2	$Y_{1,2}$	$Y_{2,2}$	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$	...	$X_{7,2}$
3	$Y_{1,3}$	$Y_{2,3}$	$X_{1,3}$	$X_{2,3}$	...	$X_{7,3}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
38	$Y_{1,38}$	$Y_{2,38}$	$X_{1,38}$	$X_{2,38}$	...	$X_{7,38}$

3.4 Metode Analisis Data

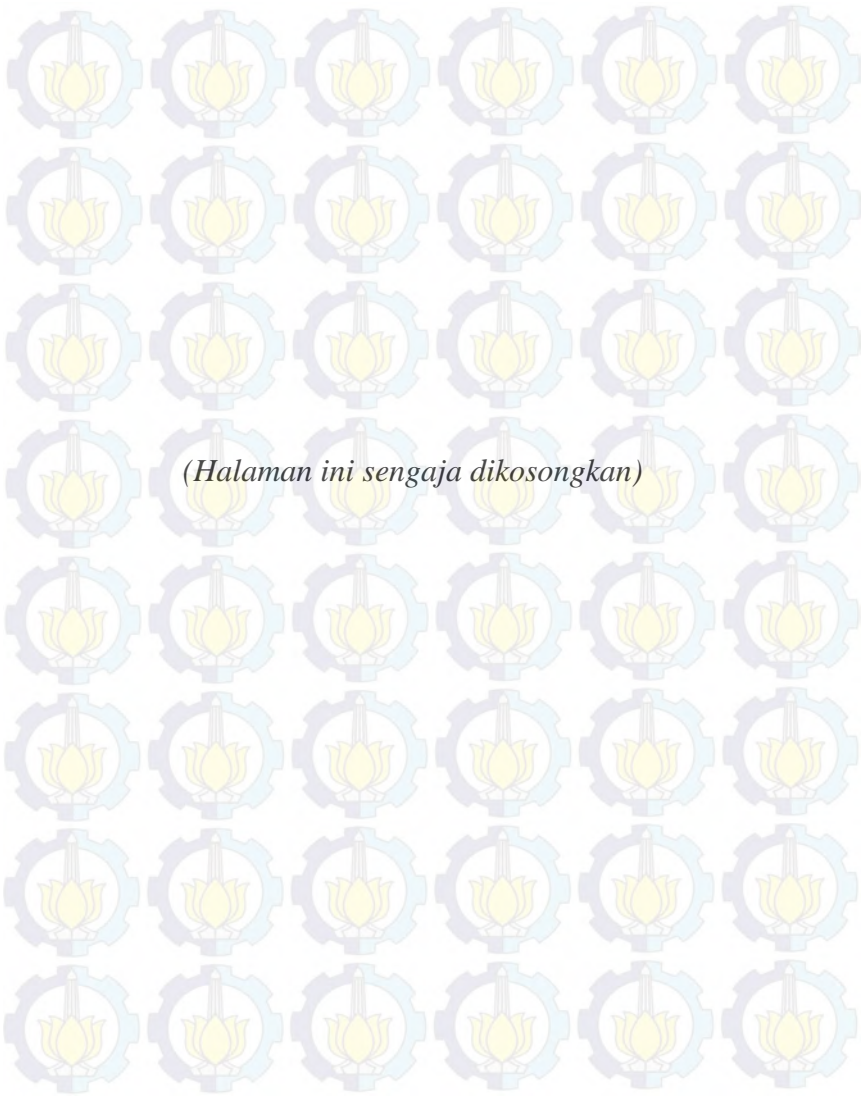
Langkah-langkah analisis data untuk setiap tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Membuat deskripsi variabel respon serta variabel prediktor yaitu rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta persebaran.
2. Mengidentifikasi pola hubungan antara variabel respon (Y_1 dan Y_2) dengan variabel prediktor/faktor yang mempengaruhi menggunakan *scatterplot*.
3. Menguji korelasi antar variabel respon.
4. Mendeteksi kasus multikolinearitas dari variabel prediktor dengan menggunakan kriteria uji VIF dan matriks korelasi.
5. Mendapatkan model regresi poisson bivariat.
 - a. Menentukan nilai penaksir parameter menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).
 - b. Mencari nilai *standar error* dengan menggunakan bootstrap, dengan cara:
 1. Memilih B sampel independen *bootstrap*.
 2. Mengevaluasi replikasi *bootstrap* yang bersesuaian pada setiap sampel.
 3. Pembentukan model dari setiap replikasi.
 4. Menyimpan setiap nilai estimasi parameter dari hasil pemodelan dari setiap iterasi.
 5. Mengestimasi *standar error*.
 - c. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial.
 - d. Menentukan model terbaik dengan kriteria AIC.
6. Melakukan interpretasi model terbaik.

Gambaran dari metode analisis disajikan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Data



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan pada penelitian ini meliputi deskripsi jumlah kasus malaria dan *filariasis* di Jawa Timur yang meliputi nilai mean, varians, minimum, dan maksimum, pola hubungan antar variabel respon dan prediktor, uji korelasi antar variabel respon, uji multikolinieritas antar variabel prediktor, dan analisis regresi poisson bivariat.

4.1 Deskripsi Jumlah Kasus Malaria dan *Filariasis* Serta Faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur

Deskripsi dilakukan terhadap jumlah kasus malaria dan *filariasis* serta faktor yang mempengaruhi di Jawa Timur untuk mengetahui karakteristik dari data yang digunakan. Deskripsi yang digunakan meliputi mean, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum, serta peta untuk masing-masing faktor yang berpengaruh menggunakan *software ArcView Gis 3.3*. Kategori pada peta dibedakan menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

4.1.1 Deskripsi Jumlah Kasus Malaria dan *Filariasis*

Gambaran secara deskriptif jumlah kasus malaria (Y_1) dan *filariasis* (Y_2) di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Mean, Varians, Minimum, dan Maksimum Jumlah Kasus Malaria dan *Filariasis*

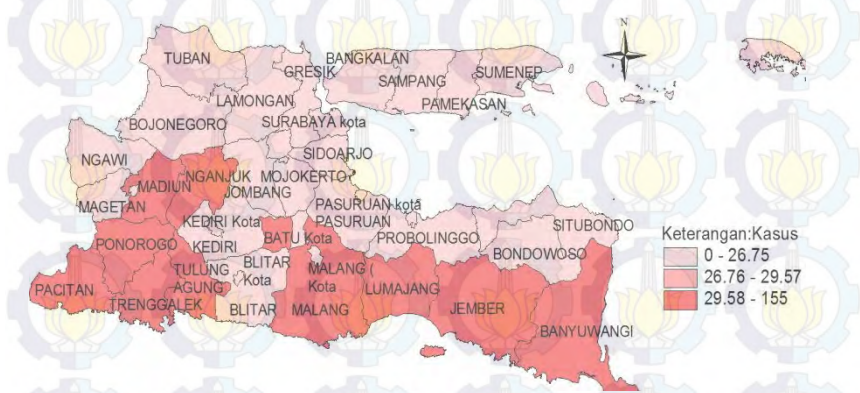
Variabel	Mean (Kasus)	Varians	Minimum (Kasus)	Maksimum (Kasus)
Y_1	28,16	1852,46	0	155
Y_2	9,45	141,44	0	56

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa pada tahun 2013, rata-rata jumlah kasus malaria sebesar 29 kasus, dengan kasus malaria terbanyak sebesar 155 kasus, dan kasus paling sedikit adalah 0 kasus. Nilai varians yang diberikan cukup besar yaitu 1852,46 artinya terdapat perbedaan yang sangat besar antara

jumlah kasus malaria yang dimiliki kabupaten/kota di Jawa Timur.

Jumlah kasus *filariasis* di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 10 kasus, dengan kasus terbanyak sebesar 56 kasus, dan kasus paling sedikit adalah 0 kasus. Nilai varians yang diberikan cukup besar yaitu 141,44 artinya jumlah kasus *filariasis* yang dimiliki kabupaten/kota di Jawa Timur memiliki nilai yang cukup berbeda jauh.

Gambaran persebaran jumlah kasus malaria dan *filariasis* di kabupaten/kota di Jawa Timur disajikan pada Gambar 4.1 dan 4.2.

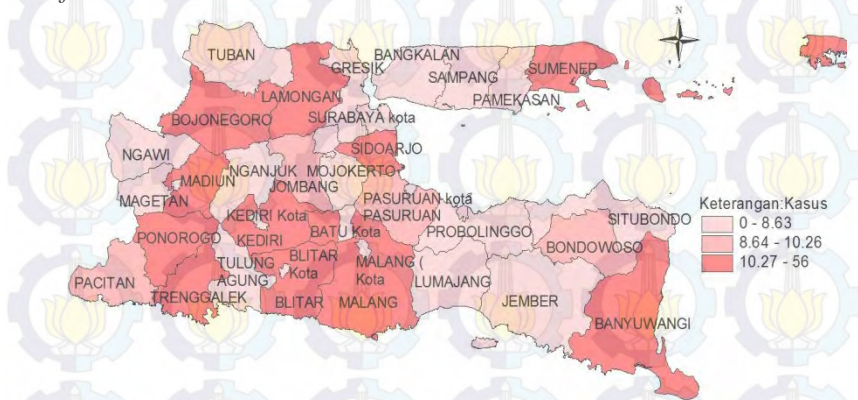


Gambar 4.1 Persebaran Jumlah Kasus Malaria di Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.1, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (30-155 kasus) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Malang, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Jember, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Nganjuk, dan Kabupaten Madiun. Adapun daerah yang termasuk dalam kategori rendah (0-27 kasus) adalah Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, dan beberapa daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori sedang (26,76-29,57 kasus) yakni tidak

ada. Daerah yang memiliki jumlah kasus malaria tertinggi yaitu sebesar 155 kasus adalah Kabupaten Trenggalek, sedangkan daerah yang memiliki jumlah kasus paling sedikit (0 kasus) terdapat di Kabupaten Tuban, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan, Kota Kediri, dan 4 daerah lain

Gambar 4.2 menyajikan gambaran persebaran kasus *filariasis* di Jawa Timur.



Gambar 4.2 Persebaran Jumlah Kasus *Filariasis* di Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.2, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (11-56 kasus) adalah Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Madiun, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Lamongan, dan Kabupaten Sumenep. Daerah yang termasuk kategori sedang (8,64-10,26 kasus) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Bondowoso, dan 2 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (0-8 kasus) adalah Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Tuban, Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, dan beberapa daerah lain. Daerah yang memiliki jumlah kasus *filariasis* terbanyak yaitu sebesar 56 kasus adalah Kabupaten Lamongan, sedangkan daerah yang memiliki jumlah kasus

filariasis paling sedikit (0 kasus) berada di Kabupaten Gresik, Kota Blitar, dan 3 daerah lain.

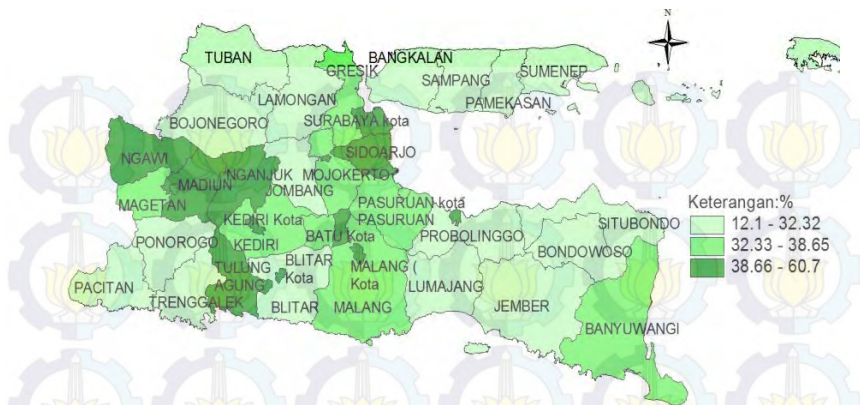
4.1.2 Deskripsi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Malaria dan *Filariasis*

Deskripsi faktor-faktor yang mempengaruhi malaria dan *filariasis* di kabupaten/kota di Jawa Timur meliputi persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X_1), persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2), persentase lantai rumah bukan tanah (X_3), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), persentase penggunaan *repellent* (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X_7). Deskripsi yang digunakan meliputi mean, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum pada Tabel 4.2, serta peta untuk masing-masing faktor yang berpengaruh menggunakan *software ArcView Gis 3.3*. Kriteria pada peta dibedakan menjadi tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 4.2 Nilai Mean, Varians, Minimum, dan Maksimum Variabel Prediktor

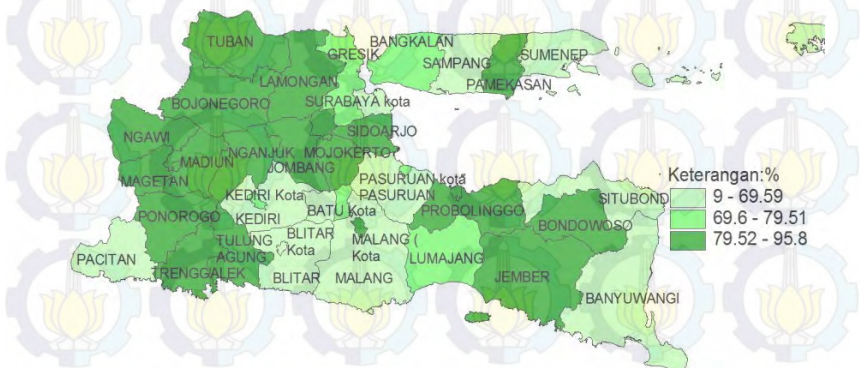
Variabel	Mean (%)	Varians	Minimum (%)	Maksimum (%)
X_1	35,48	133,63	12,1	60,7
X_2	74,55	348,02	9,0	95,8
X_3	87,54	138,76	51,3	99,2
X_4	30,44	199,54	7,0	69,3
X_5	19,59	81,72	2,0	42,2
X_6	8,85	47,7	1,5	27,3
X_7	50,21	142,49	25,3	72,5

Pada Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X_1) di Jawa Timur memiliki rata-rata cukup rendah sebesar 35,48 persen dan varians sebesar 133,63 artinya perbedaan PHBS pada masing-masing kabupaten/kota cukup tinggi. Adapun persentase PHBS tertinggi dimiliki oleh Kota Madiun yaitu sebesar 60,7 persen, sedangkan persentase PHBS terendah berada di Kabupaten Sumenep yaitu sebesar 12,1 persen.



Gambar 4.3 Persebaran Persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat

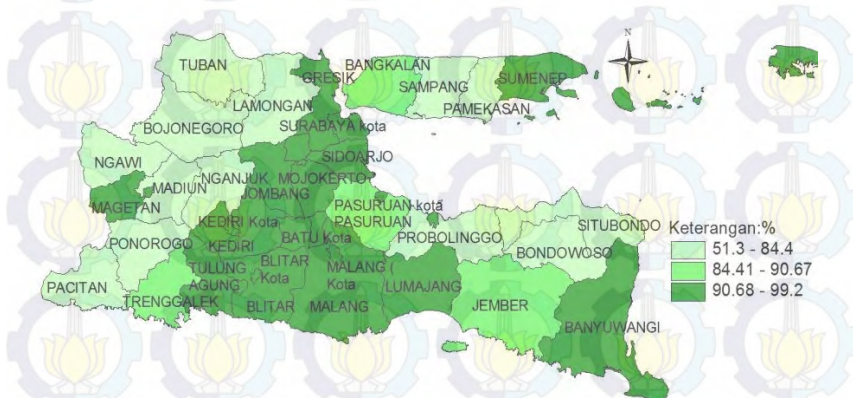
Berdasarkan Gambar 4.3, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (38,66-60,7 persen) adalah Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Madiun, dan 8 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (12,1-32,32 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, dan 14 daerah lain. Banyaknya daerah yang termasuk dalam kategori rendah menunjukkan bahwa masih sedikit rumah tangga di daerah tersebut yang sadar akan pentingnya berperilaku hidup bersih dan sehat.



Gambar 4.4 Persebaran Persentase Institusi dibina Kesehatan Lingkungannya

Institusi dibina kesehatan lingkungannya meliputi sarana kesehatan, sarana pendidikan, sarana ibadah, perkantoran, dan sarana lain. Persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2) memiliki rata-rata cukup tinggi yaitu sebesar 74,55 persen terhadap total Institusi yang ada di Jawa Timur, namun meskipun memiliki rata-rata cukup tinggi, ternyata varians yang diberikan cukup besar pula, yaitu sebesar 348,02 artinya perbedaan Institusi dibina kesehatan lingkungan pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur cukup tinggi, dengan nilai maksimum sebesar 95,8 persen berada di Kabupaten Lamongan, dan nilai minimum sebesar 9 persen berada di Kabupaten Blitar.

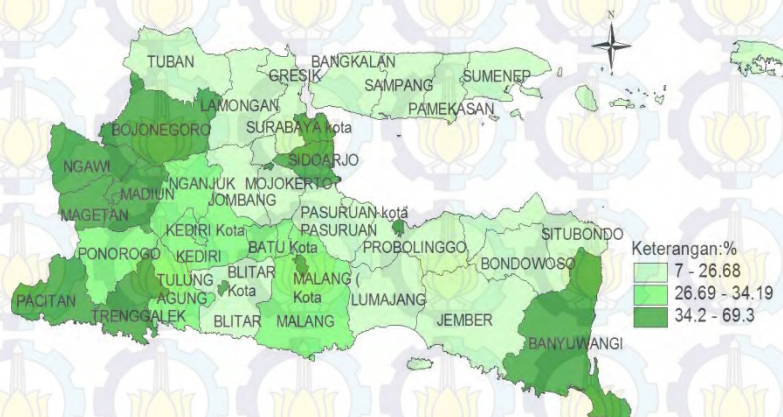
Berdasarkan Gambar 4.4, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (79,52-95,8 persen) adalah Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, dan 15 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (9-69,59 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, dan 7 daerah lain. Banyaknya daerah yang termasuk dalam kategori tinggi dibandingkan kategori rendah menunjukkan bahwa cukup banyak daerah yang memiliki persentase tinggi dalam hal Institusi dibina kesehatan lingkungannya.



Gambar 4.5 Persebaran Persentase Lantai Rumah Bukan Tanah

Salah satu indikator rumah sehat adalah lantai rumah bersih dan tidak terbuat dari tanah sehingga tidak tembus air. Di Jawa Timur, persentase rumah tangga yang memiliki lantai tidak terbuat dari tanah (X_3) memiliki rata-rata tinggi yaitu sebesar 87,54 persen. Varians yang diberikan cukup besar yaitu sebesar 138,76, artinya perbedaan rumah tangga yang memiliki lantai rumah bukan tanah pada tiap kabupaten/kota cukup tinggi, dengan nilai maksimum sebesar 99,2 persen berada di Kota Pasuruan, dan nilai minimum sebesar 51,3 persen berada di Kabupaten Bojonegoro.

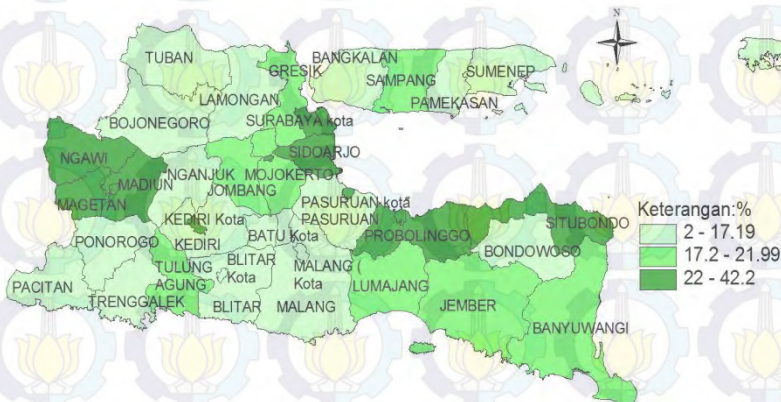
Berdasarkan Gambar 4.5, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (90,68-99,2 persen) adalah Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, dan 18 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (51,3-84,4 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Bondowoso, dan 10 daerah lain. Daerah yang termasuk dalam kategori sedang terdiri dari 4 daerah. Banyaknya daerah yang termasuk dalam kategori tinggi menunjukkan bahwa persebaran persentase lantai rumah bukan tanah di Jawa Timur cukup tinggi.



Gambar 4.6 Persebaran Persentase Perilaku Menguras Bak Mandi Lebih Dari 1 Kali Seminggu

Upaya pencegahan nyamuk dapat dilakukan dengan 3M, salah satu upaya 3M adalah menguras bak mandi sekurang-kurangnya sekali seminggu. Di Jawa Timur, perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4) cukup rendah, hal ini dapat dilihat dari rata-ratanya sebesar 30,44. Varians yang diberikan cukup besar yaitu sebesar 199,54, artinya perbedaan perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu pada tiap kabupaten/kota cukup tinggi, dengan nilai maksimum sebesar 69,3 persen berada di Kota Mojokerto, dan nilai minimum sebesar 7 persen berada di Kabupaten Bangkalan.

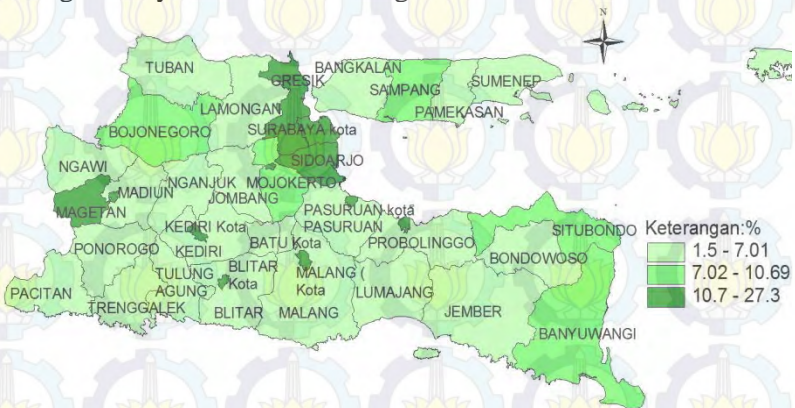
Pada Gambar 4.6, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (34,2-69,3 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Banyuwangi, dan 11 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (7-26,28 persen) adalah Kabupaten Blitar, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Jember, dan 14 daerah lain. Daerah yang termasuk dalam kategori sedang adalah Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Tulungagung, dan 5 daerah lain. Banyaknya daerah yang termasuk dalam kategori rendah dibandingkan tinggi menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat dalam menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu pada tiap kabupaten/ kota di Jawa Timur masih rendah.



Gambar 4.7 Persebaran Persentase Penggunaan *Repellent*

Repellent adalah bahan kimia yang mempunyai kemampuan untuk menjauhkan serangga dari manusia. Penggunaan *repellent*/obat gosok nyamuk (X_5) di kalangan masyarakat tergolong rendah, hal ini dapat diketahui dari rata-ratanya sebesar 19,59 persen. Varians yang diberikan sebesar 81,72, artinya terdapat perbedaan yang cukup rendah mengenai penggunaan *repellent* di kabupaten/kota di Jawa Timur, dengan nilai maksimum sebesar 42,2 persen berada di Kota Madiun, dan nilai minimum sebesar 2 persen berada di Kabupaten Pamekasan.

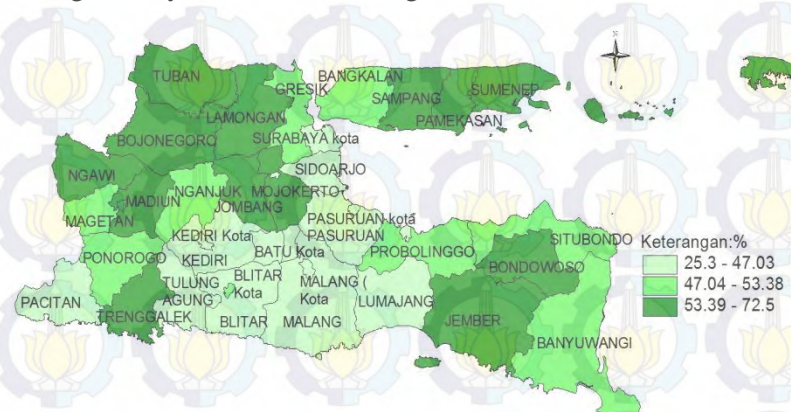
Pada Gambar 4.7, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (22-42,2 persen) adalah Kabupaten Situbondo, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sidoarjo, dan 9 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (2-17,19 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, dan 12 daerah lain. Daerah yang termasuk dalam kategori sedang adalah Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Jember, dan 8 daerah lain. Banyaknya daerah yang termasuk dalam kategori rendah dibandingkan kategori tinggi menunjukkan bahwa penggunaan *repellent* di kalangan masyarakat masih kurang.



Gambar 4.8 Persebaran Persentase Penggunaan Insektisida
Insektisida adalah bahan-bahan kimia yang digunakan untuk memberantas serangga. Persentase penggunaan insektisida

(X_6) memiliki rata-rata rendah sebesar 8,85 persen serta varians terkecil dibanding variabel lain yaitu sebesar 47,7 persen, artinya terdapat perbedaan yang cukup rendah mengenai penggunaan insektisida di kabupaten/kota di Jawa Timur, dengan nilai maksimum sebesar 27,3 persen berada di Kota Surabaya, dan nilai minimum sebesar 1,5 persen berada di Kabupaten Pamekasan.

Pada Gambar 4.8, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (10,7-27,3 persen) adalah Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Magetan, Kabupaten Gresik, dan 8 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (1,5-7,01 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, dan 19 daerah lain. Daerah yang termasuk dalam kategori sedang (7,02-10,69 persen) adalah Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Mojokerto, dan 2 daerah lain. Banyaknya daerah yang termasuk dalam kategori rendah dibandingkan kategori tinggi menunjukkan bahwa penggunaan insektisida di kalangan masyarakat masih kurang.



Gambar 4.9 Persebaran Persentase Penggunaan Obat Nyamuk

Penggunaan obat nyamuk di kalangan masyarakat tergolong tinggi, hal ini dapat diketahui dari nilai rata-ratanya sebesar 50,21 persen. Varians yang diberikan cukup besar yaitu sebesar 142,49 artinya perbedaan penggunaan obat nyamuk cukup tinggi antar

kabupaten/kota di Jawa Timur, dengan nilai maksimum sebesar 72,5 persen berada di Kabupaten Lamongan, dan nilai minimum sebesar 25,3 persen berada di Kota Batu.

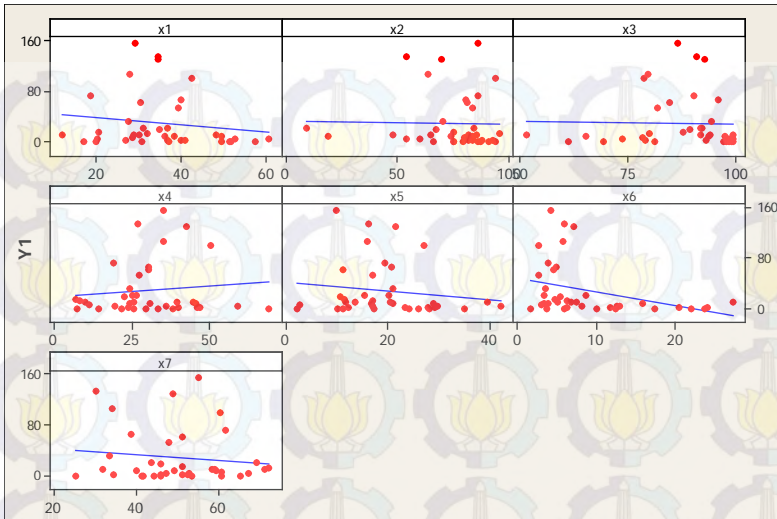
Pada Gambar 4.9, daerah yang termasuk dalam kategori tinggi (53,39-72,5 persen) adalah Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Jember, dan 12 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk dalam kategori rendah (25,3-47,03 persen) adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, dan 12 daerah lain. Jumlah daerah yang berada pada kategori tinggi dan kategori rendah adalah sama, hal ini menunjukkan bahwa persentase penggunaan obat nyamuk di Jawa Timur cukup merata.

4.2 Pemodelan Jumlah Kasus Malaria dan *Filariasis* Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Jumlah kasus malaria dan *filariasis* merupakan data *count* dan saling berkorelasi sehingga dilakukan pemodelan menggunakan regresi poisson bivariat. Terdapat tiga buah model pada regresi poisson bivariat. Perbedaan dari tiga model tersebut adalah berdasarkan nilai λ_0 . Model pertama merupakan model regresi poisson bivariat dengan nilai λ_0 adalah suatu konstanta. Adapun model kedua adalah model dengan nilai λ_0 merupakan persamaan dari variabel bebas. Model ketiga merupakan model dengan nilai λ_0 adalah 0 atau kovarian model jumlah kasus malaria dan jumlah kasus *filariasis* bernilai 0.

4.2.1 Pola Hubungan Antar Variabel Respon dan Prediktor

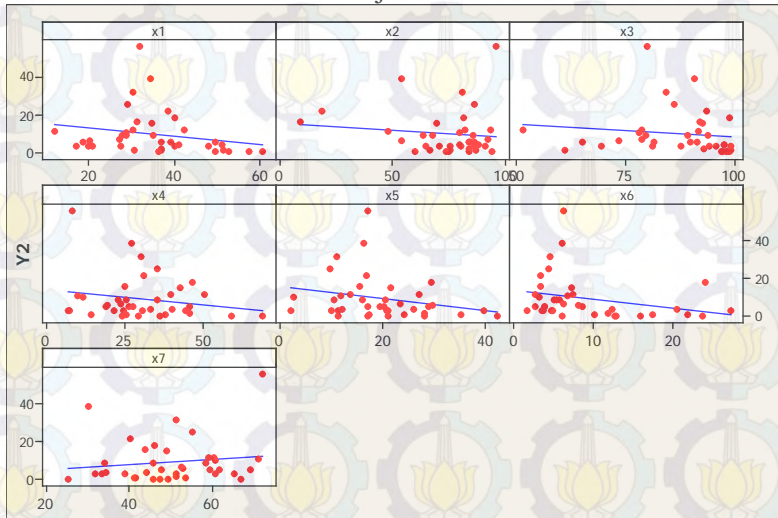
Identifikasi pola hubungan antara jumlah kasus malaria dan *filariasis* dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya perlu dilakukan sebelum dilakukan pemodelan. Identifikasi pola hubungan dilakukan menggunakan *scatterplot* pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Pola Hubungan Jumlah Kasus Malaria dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara jumlah kasus malaria dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Jawa Timur berpola linear (positif dan negatif). Variabel yang berpengaruh positif (berpola linear positif) terhadap jumlah kasus malaria adalah persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), artinya semakin tinggi perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu maka semakin tinggi pula jumlah kasus malaria. Hal ini tidak sesuai dengan teori kesehatan, karena perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali adalah salah satu cara mengurangi risiko penyakit malaria. Adapun variabel prediktor yang memiliki pola hubungan linear negatif (berpengaruh negatif) terhadap jumlah kasus malaria meliputi 6 variabel prediktor yaitu persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X_1), persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2), persentase lantai rumah bukan tanah (X_3), persentase penggunaan *repellent* (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X_7), artinya semakin tinggi persentase ke-enam variabel prediktor

tersebut maka semakin rendah jumlah kasus malaria. Hal ini sesuai dengan teori kesehatan karena Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS), Institusi dibina kesehatan lingkungannya, lantai rumah bukan tanah, penggunaan *repellent*, penggunaan insektisida, dan penggunaan obat nyamuk merupakan upaya untuk menurunkan jumlah kasus malaria.



Gambar 4.11 Pola Hubungan Jumlah Kasus *Filariasis* dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Gambar 4.11 menunjukkan hubungan antara jumlah kasus *filariasis* dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Jawa Timur berpola linear (positif dan negatif). Variabel yang berpengaruh positif (berpola linear positif) terhadap jumlah kasus malaria adalah persentase penggunaan obat nyamuk (X_7), artinya semakin tinggi penggunaan obat nyamuk, maka semakin tinggi pula jumlah kasus *filariasis*. Hal ini berkebalikan dengan teori kesehatan, karena penggunaan obat nyamuk dapat mengurangi risiko terkena penyakit *filariasis*. Variabel yang berpengaruh negatif (berpola linear negatif) meliputi 6 variabel prediktor yaitu persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X_1), persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2),

persentase lantai rumah bukan tanah (X_3), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), persentase penggunaan *repellent* (X_5), dan persentase penggunaan insektisida (X_6), artinya semakin tinggi persentase ke-enam variabel prediktor tersebut maka semakin rendah jumlah kasus *filariasis*. Hal ini sesuai dengan teori kesehatan karena Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS), Institusi dibina kesehatan lingkungannya, lantai rumah bukan tanah, perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, penggunaan *repellent*, dan penggunaan insektisida merupakan upaya untuk menurunkan jumlah kasus *filariasis*.

4.2.2 Pemeriksaan Korelasi Variabel Respon

Pemeriksaan korelasi antara variabel respon malaria dan *filariasis* digunakan untuk mengetahui apakah jumlah kasus malaria dan *filariasis* saling berhubungan. Pemeriksaan korelasi dilihat dari nilai koefisien korelasi.

Berikut adalah pengujian hipotesis yang digunakan:

H_0 : Tidak ada hubungan antara Y_1 dan Y_2

H_1 : Terdapat hubungan antara Y_1 dan Y_2

Berdasarkan nilai $p\text{-value} = 0,009$ kurang dari $\alpha = 0,05$ dapat dinyatakan tolak H_0 , selain itu nilai $|t_{hitung}| = 2,753$ lebih dari $t_{(0,025;36)} = 2,0438$ juga dinyatakan tolak H_0 . Kesimpulan yang dihasilkan adalah terdapat hubungan antara jumlah kasus malaria dan *filariasis*.

Tabel 4.3 Koefisien Korelasi Jumlah Kasus Malaria dan *Filariasis*

	Malaria	<i>Filariasis</i>
Malaria	1	0,417
<i>Filariasis</i>	0,417	1

Nilai koefisien korelasi pada jumlah kasus malaria dan *filariasis* dapat dilihat pada Tabel 4.3 yang menunjukkan korelasi sebesar 0,417. Artinya terdapat hubungan yang cukup erat antara jumlah kasus malaria dan *filariasis* di Jawa Timur tahun 2013.

4.2.3 Pemeriksaan Multikolinearitas Variabel Prediktor

Setelah dilakukan pemeriksaan korelasi antar variabel respon, langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan multikolinearitas untuk mengetahui apakah terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor. Pemeriksaan ini dilakukan karena dalam pemodelan regresi, variabel prediktor yang digunakan tidak boleh saling berkorelasi tinggi antara satu dengan yang lainnya. Terdapat dua cara untuk mengetahui adanya multikolinearitas pada variabel prediktor, yaitu menggunakan koefisien korelasi antar variabel prediktor dan nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada masing-masing variabel prediktor. Koefisien korelasi antar variabel disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Koefisien Korelasi Antar Variabel Respon dan Prediktor

	Y ₁	Y ₂	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Y ₂	0,42 ^a							
	0,01 ^b							
X ₁	-0,16 ^a	-0,21 ^a						
	0,34 ^b	0,21 ^b						
X ₂	-0,02 ^a	-0,12 ^a	0,14 ^a					
	0,93 ^b	0,47 ^b	0,41 ^b					
X ₃	-0,02 ^a	-0,14 ^a	0,41 ^a	-0,12 ^a				
	0,89 ^b	0,42 ^b	0,01 ^b	0,46 ^b				
X ₄	0,11 ^a	-0,19 ^a	0,76 ^a	0,18 ^a	0,25 ^a			
	0,52 ^b	0,26 ^b	0,00 ^b	0,28 ^b	0,12 ^b			
X ₅	-0,15 ^a	-0,24 ^a	0,59 ^a	0,09 ^a	0,29 ^a	0,63 ^a		
	0,37 ^b	0,15 ^b	0,00 ^b	0,55 ^b	0,07 ^b	0,00 ^b		
X ₆	-0,35 ^a	-0,26 ^a	0,52 ^a	0,13 ^a	0,47 ^a	0,50 ^a	0,57 ^a	
	0,03 ^b	0,11 ^b	0,00 ^b	0,43 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	
X ₇	-0,13 ^a	0,14 ^a	-0,34 ^a	0,32 ^a	-0,41 ^a	-0,24 ^a	-0,11 ^a	-0,31 ^a
	0,45 ^b	0,39 ^b	0,04 ^b	0,05 ^b	0,01 ^b	0,14 ^b	0,53 ^b	0,05 ^b

Keterangan: ^a adalah korelasi, ^b adalah P-value

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa tidak terdapat koefisien korelasi antar variabel prediktor yang melebihi nilai $\pm 0,95$ sehingga dapat disimpulkan bahwa pada variabel prediktor tidak terdapat korelasi yang bersifat multikolinearitas.

Pada Tabel 4.4 diketahui bahwa variabel X_1 memiliki korelasi positif yang tinggi dengan X_4 , X_5 , dan X_6 yaitu masing-masing sebesar 0,76; 0,59, dan 0,52. Hal ini dimungkinkan variabel perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), penggunaan *repellent* (X_5), dan penggunaan insektisida (X_6) memang layak menjadi salah satu karakteristik dari variabel Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X_1). Hubungan antar variabel X_1 dengan X_4 , X_5 , dan X_6 bukan merupakan sebab akibat maka masih dimungkinkan untuk memasukkan ke-empat variabel tersebut sebagai variabel prediktor.

Korelasi tinggi juga terdapat pada X_4 dengan X_5 serta X_4 dengan X_6 yaitu masing-masing sebesar 0,63 dan 0,50. Selain korelasi positif, juga terdapat beberapa korelasi yang memiliki tanda negatif, hal ini menunjukkan adanya suatu hubungan berkebalikan antar dua variabel. Variabel penggunaan *repellent* (X_5) dan penggunaan obat nyamuk (X_7) memiliki hubungan negatif yaitu sebesar -0,11. Artinya semakin tinggi penggunaan *repellent* maka semakin rendah penggunaan obat nyamuk atau sebaliknya.

Cara kedua adalah dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factors*) yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF	Variabel	VIF
X_1	2,859	X_5	2,109
X_2	1,285	X_6	1,932
X_3	1,531	X_7	1,552
X_4	2,780		

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai VIF masing-masing variabel prediktor tidak ada yang melebihi nilai 10. Hal ini

mengindikasikan bahwa tidak terjadi kasus multikolinieritas antara variabel prediktor sehingga dapat berlanjut pada pemodelan regresi poisson bivariat.

4.2.4 Pemodelan Pertama Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarians adalah Konstanta

Model pertama merupakan model regresi poisson bivariat dengan nilai λ_0 adalah suatu konstanta. Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat minimal satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Berikut adalah hipotesis untuk uji serentak.

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{j7} = 0; j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

Berdasarkan hasil pemodelan regresi poisson bivariat didapatkan nilai devians $D(\hat{\beta})$ adalah sebesar 1308,02. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;14)} = 21,064$. Karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,1;14)}$, maka didapatkan keputusan tolak H_0 . Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hipotesis yang digunakan untuk uji parsial adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

Tabel 4.6 menunjukkan nilai koefisien parameter dan *standar error*, adapun nilai statistik uji Z_{hitung} didapatkan dari hasil pembagian antara nilai koefisien parameter dengan nilai *standar error* yang dihasilkan. Selanjutnya Z_{hitung} dibandingkan dengan $Z_{(0,1/2)} = 1,64$. Tolak H_0 apabila nilai $|Z_{\text{hitung}}| > Z_{(\alpha/2)}$, dimana α adalah tingkat signifikansi yang digunakan yaitu sebesar 10%.

Nilai Z_{hitung} untuk masing-masing variabel prediktor ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Penaksiran Parameter Model Pertama

Parameter	Jumlah Kasus Malaria ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> ($\hat{\lambda}_2$)		
	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}
β_0	1,108	0,571	1,942*	2,081	0,804	2,586*
β_1	-0,097	0,006	-14,815*	-0,002	0,009	-0,226
β_2	0,011	0,002	5,574*	-0,009	0,003	-2,751*
β_3	0,056	0,006	9,528*	0,001	0,006	0,127
β_4	0,122	0,006	19,575*	0,01	0,008	1,221*
β_5	-0,039	0,006	-6,331*	-0,027	0,011	-2,373*
β_6	-0,236	0,016	-14,976*	-0,039	0,016	-2,404*
β_7	-0,038	0,004	-9,886*	0,022	0,007	2,992*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa pada model jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), semua variabel prediktor memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari $Z_{(0,05)} = 1,64$ sehingga dapat dikatakan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Pada model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), variabel prediktor yang berpengaruh signifikan dalam model adalah persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), persentase penggunaan *repellent* (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X_7).

Kovarians (λ_0) antar variabel respon bernilai 0,573, dengan nilai *standart error* sebesar 0,439, dan Z_{hitung} sebesar 1,305. Apabila nilai kovarians tidak sama dengan nol, hal ini menunjukkan bahwa variabel respon saling berhubungan atau memiliki korelasi, meskipun nilai $|Z_{hitung}|$ kurang dari 1,64. Model

yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat yang tersaji pada Tabel 4.6 adalah sebagai berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,108 - 0,097x_1 + 0,011x_2 + 0,056x_3 + 0,122x_4 - 0,039x_5 - 0,236x_6 - 0,038x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(2,081 - 0,002x_1 - 0,009x_2 + 0,001x_3 + 0,01x_4 - 0,027x_5 - 0,039x_6 + 0,022x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(0,573)$$

Keterangan: $\hat{\lambda}_j^* = \lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{x\beta_j}, j = 1, 2$

Salah satu kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik adalah menggunakan nilai AIC. Nilai AIC menunjukkan nilai kebaikan model yang dihasilkan. Semakin kecil nilai AIC maka semakin baik model tersebut. Pada model pertama didapatkan nilai AIC sebesar 1342,024. Nilai ini lebih besar dibandingkan model kedua yaitu model dengan λ_0 adalah fungsi dari variabel bebas.

4.2.5 Pemodelan Kedua Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarians adalah Fungsi Dari Variabel Bebas

Model kedua regresi poisson bivariat adalah model dengan nilai λ_0 merupakan fungsi dari variabel bebas. Berdasarkan hasil pemodelan regresi poisson bivariat didapatkan nilai devians $D(\hat{\beta})$ adalah sebesar 1250,99. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;21)} = 29,615$. Karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,1;21)}$, maka diputuskan tolak H_0 , sehingga didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Tabel 4.7 Penaksiran Parameter Model Kedua

Para meter	Jumlah Kasus Malaria ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> ($\hat{\lambda}_2$)		
	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z _{hitung}	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z _{hitung}
β_0	1,061	0,647	1,639	0,531	1,117	0,475
β_1	-0,09	0,007	-11,983*	0,031	0,019	1,559
β_2	0,013	0,003	4,636*	-0,011	0,009	-1,338
β_3	0,05	0,007	7,505*	-0,010	0,009	-1,045
β_4	0,107	0,008	13,634*	-0,038	0,017	-2,177*
β_5	-0,025	0,007	-3,581*	0,005	0,017	0,268
β_6	-0,216	0,016	-13,599*	0,014	0,037	0,389
β_7	-0,034	0,004	-7,601*	0,051	0,016	3,234*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Tabel 4.7 menunjukkan nilai Z_{hitung} untuk masing-masing variabel prediktor. Pada model jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), semua variabel prediktor memiliki nilai |Z_{hitung}| yang lebih besar dari Z_(0,05)=1,64 sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria. Adapun untuk model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), variabel prediktor yang berpengaruh signifikan dalam model adalah variabel persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X₄) dan persentase penggunaan obat nyamuk (X₇).

Tabel 4.8 menunjukkan nilai Z_{hitung} untuk kovariansi ($\hat{\lambda}_0$) antara jumlah kasus malaria dan *filariasis*. Kovariansi yang memiliki nilai |Z_{hitung}| lebih besar dari Z_(0,05)=1,64 adalah persentase PHBS (X₁), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X₄), persentase penggunaan *repellent* (X₅), persentase penggunaan insektisida (X₆), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X₇). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria, sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan

terhadap kasus *filariasis* adalah persentase PHBS (X_1), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), persentase penggunaan *repellent* (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X_7).

Tabel 4.8 Penaksiran Parameter λ_0 Model Kedua

Parameter	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}
β_0	2,564	2,943	0,871
β_1	-0,088	0,048	-1,847*
β_2	-0,003	0,013	-0,254
β_3	0,041	0,042	0,987
β_4	0,137	0,071	1,949*
β_5	-0,118	0,051	-2,290*
β_6	-0,208	0,121	-1,724*
β_7	-0,055	0,033	-1,665*

Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat yang tersaji pada Tabel 4.7 dan 4.8 adalah sebagai berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,061 - 0,090x_1 + 0,013x_2 + 0,050x_3 + 0,107x_4 - 0,025x_5 - 0,216x_6 - 0,034x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(0,531 + 0,031x_1 - 0,011x_2 - 0,010x_3 - 0,038x_4 + 0,005x_5 + 0,014x_6 + 0,051x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(2,564 - 0,088x_1 - 0,003x_2 + 0,041x_3 + 0,137x_4 - 0,118x_5 - 0,208x_6 - 0,055x_7)$$

Keterangan: $\lambda_j^* = \lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{x\hat{\beta}_j}$, $j = 1, 2$

Salah satu kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik adalah menggunakan nilai AIC. Nilai AIC menunjukkan nilai kebaikan model yang dihasilkan. Semakin kecil nilai AIC maka semakin baik model tersebut. Pada model kedua didapatkan nilai AIC sebesar 1298,991. Nilai AIC paling

kecil ditunjukkan oleh model kedua yaitu sebesar 1298,991, sehingga pemodelan Regresi Poisson Bivariat menggunakan model dengan nilai λ_0 adalah fungsi dari variabel bebas.

4.2.6 Pemodelan Ketiga Regresi Poisson Bivariat Dengan Kovarians adalah Nol

Model ketiga regresi poisson bivariat adalah model dengan nilai λ_0 adalah 0 atau kovarians model jumlah kasus malaria dan *filariasis* bernilai 0. Berdasarkan hasil pemodelan regresi poisson bivariat didapatkan nilai devians $D(\hat{\beta})$ sebesar 1308,024. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;14)} = 21,064$. Karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,1;14)}$, maka tolak H_0 , sehingga didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap model yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Tabel 4.9 Penaksiran Parameter Model Ketiga

Parameter	Jumlah Kasus Malaria ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> ($\hat{\lambda}_2$)		
	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z _{hitung}	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z _{hitung}
β_0	1,637	0,457	3,581*	2,727	0,674	4,045*
β_1	-0,089	0,006	-15,794*	-0,002	0,008	-0,221
β_2	0,011	0,002	5,837*	-0,007	0,003	-2,775*
β_3	0,049	0,004	11,076*	0,0001	0,006	0,019
β_4	0,109	0,005	23,568*	0,004	0,007	0,675
β_5	-0,035	0,006	-6,051*	-0,020	0,009	-2,150*
β_6	-0,215	0,011	-19,771*	-0,042	0,013	-3,093*
β_7	-0,036	0,003	-10,410*	0,013	0,006	2,248*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Tabel 4.9 menunjukkan nilai Z_{hitung} yang diperoleh untuk masing-masing variabel prediktor. Pada model jumlah kasus

malaria ($\hat{\lambda}_1$), semua variabel prediktor memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ yang lebih besar dari $Z_{(0,05)}=1,64$ sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria. Adapun untuk model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), variabel prediktor yang berpengaruh signifikan dalam model adalah variabel persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2), persentase penggunaan *repellent* (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X_7).

Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat yang tersaji pada Tabel 4.9 adalah sebagai berikut.

$$\hat{\lambda}_1 = \exp(1,637 - 0,089x_1 + 0,011x_2 + 0,049x_3 + 0,109x_4 - 0,035x_5 - 0,215x_6 - 0,036x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2 = \exp(2,727 - 0,002x_1 - 0,007x_2 + 0,0001x_3 + 0,004x_4 - 0,02x_5 - 0,042x_6 + 0,013x_7)$$

Salah satu kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik adalah menggunakan nilai AIC. Nilai AIC menunjukkan nilai kebaikan model yang dihasilkan. Semakin kecil nilai AIC maka semakin baik model tersebut. Pada model ketiga didapatkan nilai AIC sebesar 1396,548. Nilai ini lebih besar dibandingkan model kedua yaitu model dengan λ_0 adalah fungsi dari variabel bebas.

4.2.7 Interpretasi Model Regresi Poisson Bivariat Terbaik

Berdasarkan nilai AIC yang telah diperoleh, didapatkan nilai AIC terkecil pada model kedua yaitu model dengan kovarians (λ_0) adalah fungsi dari variabel bebas, sehingga penentuan faktor yang berpengaruh signifikan pada kasus jumlah malaria dan *filariasis* di Propinsi Jawa Timur menggunakan model dengan λ_0 adalah fungsi dari variabel bebas.

Berikut adalah model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat dengan λ_0 adalah fungsi dari variabel bebas.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,061 - 0,090x_1 + 0,013x_2 + 0,050x_3 + 0,107x_4 - 0,025x_5 - 0,216x_6 - 0,034x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(0,531 + 0,031x_1 - 0,011x_2 - 0,010x_3 - 0,038x_4 + 0,005x_5 + 0,014x_6 + 0,051x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(2,564 - 0,088x_1 - 0,003x_2 + 0,041x_3 + 0,137x_4 - 0,118x_5 - 0,208x_6 - 0,055x_7)$$

Keterangan: $\lambda_j^* = \lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{x\beta_j}, j = 1, 2$

Berdasarkan hasil pemodelan jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), akan terjadi penurunan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(-0,09) = 0,914$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, apabila persentase PHBS mengalami pertambahan 1% dan variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(0,013) = 1,01$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase lantai rumah bukan tanah bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(0,05) = 1,05$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(0,107) = 1,11$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model.

Apabila persentase penggunaan *repellent* bertambah 1% maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(-0,025) = 0,975$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase penggunaan insektisida bertambah 1% maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(-0,216) = 0,806$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase penggunaan obat nyamuk bertambah 1% maka akan menurunkan

rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(-0,034) = 0,966$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model.

Hal kontradiksi terjadi pada persentase Institusi dibina kesehatan lingkungan (X_2), persentase lantai rumah bukan tanah (X_3), dan persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4), karena menurut teori kesehatan, jika terjadi peningkatan maka akan mengurangi risiko terkena penyakit malaria, namun terjadi hal sebaliknya. Hal ini dimungkinkan persentase Institusi dibina kesehatan lingkungan, persentase lantai rumah bukan tanah, dan persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu merupakan karakteristik dari perilaku hidup bersih dan sehat (X_1) sehingga menyebabkan korelasi yang tinggi antara X_1 dan X_4 (namun bukan hubungan sebab akibat).

Pada model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), apabila persentase PHBS bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(0,031) = 1,03$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya bertambah 1% maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(-0,011) = 0,989$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase lantai rumah bukan tanah bertambah 1% maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(-0,01) = 0,99$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model.

Apabila persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu bertambah 1% maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(-0,038) = 0,963$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase penggunaan *repellent* bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(0,005) = 1$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak

dimasukkan dalam model. Apabila persentase penggunaan insektisida bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(0,014) = 1,01$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Apabila persentase penggunaan obat nyamuk bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(0,051) = 1,05$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model.

Hal kontradiksi terjadi pada persentase PHBS (X_1), persentase penggunaan *repellent* (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk bakar (X_7), karena menurut teori kesehatan, jika terjadi peningkatan maka akan mengurangi risiko terkena penyakit *filariasis*, namun terjadi hal sebaliknya. Hal ini dimungkinkan X_5 , X_6 , dan X_7 merupakan karakteristik dari X_1 sehingga terdapat korelasi yang tinggi antara X_1 dengan X_5 dan X_6 (namun bukan hubungan sebab akibat). Selain itu penggunaan obat anti nyamuk, *repellent*, dan insektisida tidak akan berarti jika kebiasaan masyarakat masih sering keluar pada malam hari dengan tidak menggunakan pelindung diri atau tinggal di daerah endemis serta memiliki mobilitas tinggi.

Pemodelan Regresi Poisson Bivariat terbaik menghasilkan kesimpulan bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$) adalah semua variabel prediktor, sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$) adalah persentase PHBS, persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, persentase penggunaan *repellent*, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa berdasarkan ketiga model regresi poisson bivariat, didapatkan model terbaik yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 1298,991. Pada model ini, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria, sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kasus *filariasis* adalah persentase perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, persentase penggunaan *repellent*, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya mengenai regresi poisson bivariat, sebaiknya peneliti melakukan penanganan terhadap adanya kasus *overdispersi* yaitu dengan metode *diagonal inflated bivariate poisson regression*, sehingga model yang dihasilkan akan semakin baik. Selain itu peneliti juga bisa menambahkan faktor-faktor lain penyebab malaria dan *filariasis*.

Saran yang bisa diberikan terhadap Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur adalah lebih memberikan penyuluhan kepada masyarakat tentang pentingnya berperilaku hidup bersih dan sehat agar masyarakat terhindar dari penyakit malaria dan *filariasis*.



DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Amaliana, L.(2014). *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression Model, Case Study: The Number of Filariasis Cases in East Java 2012*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Statistika, Surabaya.
- Bozdogan, H. (2000). *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity*, Mathematical Psychology, 44, 62-91.
- Cameron, A., & Trivedi, P. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. USA: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan RI. (1999). *Modul Epidemiologi Malaria*. Direktorat Jenderal PPM&PPL. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. (2007). *Profil Kesehatan Indonesia*. Depkes RI . Jakarta: Pusat Data dan Informasi.
- Departemen Kesehatan RI. (2008). *Profil Kesehatan Indonesia*. Depkes RI . Jakarta: Pusat Data dan Informasi.
- Departemen Kesehatan RI. (2010). *Profil Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi,Depkes RI,Jakarta.
- Dhewy, R. C. (2012). *Pemodelan Bivariate Poisson Regression Dengan Kovarian Merupakan Fungsi Dari Variabel Bebas; Studi Kasus: Jumlah HIV dan AIDS di Propinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistics, Surabaya.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- Hines, W., & Montgomery, D. (1990). *Probability and Statistics In Engineering and Management Science*. New York: Wiley.

- Jung, C., & Winkelmann, R. (1993). Two Aspect of Labor Mobility: A Bivariate Poisson Regression Approach. *Journal Empirical Economics* , 543-556.
- Juriastuti, P., Kartika, M., Djaja, I. M., & Susanna, D. (2010). Faktor Risiko Kejadian Filariasis di Kelurahan Jati Sampurna. *Jurnal Makara UI, Kesehatan* , Vol. 14, No.1, Juni 2010, hal.31-36.
- Karlis, D., & Ntzoufras, I. (2005). Bivariate Poisson Regression Models in R. *Journal of Statistical Software* (14(10)), 1-36.
- Kawamura, K. (1973). The Structure of Bivariate Poisson Distribution. *Kodai Mathematical Seminar Reports*, 246-256.
- Mardesni, F. (2006). *Hubungan Lingkungan Rumah, Perilaku, dan Pekerjaan dengan Kejadian Filariasis di Kab. Muaro Jambi Tahun 2006*. Tesis, Universitas Indonesia, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Depok.
- McCullagh, P. (1989). *Generalized Linear Models* (2nd ed.). London: Chapman and Hall.
- Myers, R. (1990). *Generalized Linear Model with Applications in Engineering and Sciences* (2th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Nasrin. (2008). *Faktor-Faktor Lingkungan dan Perilaku yang Berhubungan dengan Kejadian Filariasis di Kabupaten Bangka Barat*. Tesis Universitas Diponegoro, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Semarang.
- PAMSIMAS. (2014). *Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat Dan Penyakit Berbasis Lingkungan*. Field Book, Penyediaan Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat, Jakarta.
- Pritasari, E. (2013). *Regresi Bivariat Poisson Dalam Pemodelan jumlah Kematian Bayi Dan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Sarjana Jurusan Statistika, Surabaya.
- Rachmah, N. F. (2014). *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur*

Menggunakan Bivariate Poisson Regression. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Statistika, Surabaya.

Ratnasari, N. (2013). *Pemodelan Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah HIV Dan AIDS di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Sarjana Jurusan Statistika, Surabaya.

Riset Kesehatan Dasar. (2007). *Laporan Nasional 2007*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.

Santy, Fitriangga, A & Natalia, D. (2014). *Hubungan faktor individu dan lingkungan dengan kejadian malaria di Desa Sungai Ayak 3 Kecamatan Belitang Hilir, Kabupaten Sekadau*. Jurnal Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Sarumpaet, S. M., & Tarigan, R. (2006). *Faktor Risiko Kejadian Malaria di Kawasan Ekosistem Leuser Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara*. Journal, Universitas Sumatera Utara, FKM, Sumatera Utara.

Soedarto.1992. Entomologi Kedokteran. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. Halaman: 59-61&102

Walpole, R.E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

World Health Organization. World Malaria Report 2011;Geneva; WHO;2011

Winkelmann, R. (2008). *Economic Analysis of Count Data* (5th ed.). Berlin: Springer.



LAMPIRAN 1. Data Variabel Respon dan Prediktor

No	Kota/Kab	Y_1	Y_2	X_1	X_2	X_3
1	KAB. PACITAN	105	9	27,9	63,7	79,6
2	KAB. PONOROGO	62	32	30,4	80,9	84,4
3	KAB. TRENGGALEK	155	25	29,1	86,1	86,3
4	KAB. TULUNGAGUNG	65	3	40,2	80,4	95,8
5	KAB. BLITAR	20	16	31,3	9	92,1
6	KAB. KEDIRI	7	22	38,5	18,7	93,5
7	KAB. MALANG	134	39	34,5	53,7	90,9
8	KAB. LUMAJANG	31	3	27,6	70,4	94,2
9	KAB. JEMBER	71	5	18,6	86	90
10	KAB. BANYUWANGI	130	15	34,7	69,5	92,7
11	KAB. BONDOWOSO	5	10	28,7	79,7	78,2
12	KAB. SITUBONDO	3	6	20,4	53,7	73,4
13	KAB. PROBOLINGGO	1	7	27,1	92,4	78,8
14	KAB. PASURUAN	18	9	35	67,5	89,3
15	KAB. SIDOARJO	1	18	40,2	81,7	98,8
16	KAB. MOJOKERTO	20	5	37	84,1	91,6
17	KAB. JOMBANG	9	9	28,8	85,3	93,9
18	KAB. NGANJUK	53	5	39,3	83,8	81,6
19	KAB. MADIUN	99	12	42,5	93,6	78,6
20	KAB. MAGETAN	1	2	37	83,5	92,9
21	KAB. NGAWI	7	5	49,7	83,6	64,9
22	KAB. BOJONEGORO	10	12	30,3	82	51,3
23	KAB. TUBAN	0	3	20,1	86,3	69,2

LAMPIRAN 1. Data Variabel Respon dan Prediktor (Lanjutan)

No	Kota/Kab	Y_1	Y_2	X_1	X_2	X_3
24	KAB. LAMONGAN	12	56	32	95,8	79,8
25	KAB. GRESIK	8	0	36,3	73,8	97,5
26	KAB. BANGKALAN	15	3	20,8	75,4	87,6
27	KAB. SAMPANG	0	1	30,8	66,3	61
28	KAB. PAMEKASAN	0	3	17,1	91	81,1
29	KAB. SUMENEP	10	11	12,1	47,7	91,7
30	KOTA KEDIRI	0	4	51,4	79,4	97,8
31	KOTA BLITAR	3	0	52,9	60,1	98,4
32	KOTA MALANG	2	4	41,1	87,8	97,7
33	KOTA PROBOLINGGO	0	1	51,7	87	98,8
34	KOTA PASURUAN	0	1	37,1	75,3	99,2
35	KOTA MOJOKERTO	0	0	57,6	94,1	98,3
36	KOTA MADIUN	4	0	60,7	83,7	99,1
37	KOTA SURABAYA	9	3	48,2	64,9	99,2
38	KOTA BATU	0	0	49,7	75	97,2

LAMPIRAN 1. Data Variabel Respon dan Prediktor (Lanjutan)

No	Kota/Kab	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
1	KAB. PACITAN	35,3	16	5,7	34,2
2	KAB. PONOROGO	30,3	11,1	4,5	51,4
3	KAB. TRENGGALEK	35,4	9,7	4,2	55,4
4	KAB. TULUNGAGUNG	30,5	20,7	4,8	38,9
5	KAB. BLITAR	25,2	15,4	3,3	43,9
6	KAB. KEDIRI	31,1	16,8	3,3	40,2
7	KAB. MALANG	27,1	16,3	5,9	30,1
8	KAB. LUMAJANG	24,5	21,1	3,4	33,6
9	KAB. JEMBER	19	19,4	3,7	61,9
10	KAB. BANYUWANGI	42,7	21,6	7,1	49,1
11	KAB. BONDOWOSO	11,5	2,6	3	60,8
12	KAB. SITUBONDO	19,5	29,7	8	53
13	KAB. PROBOLINGGO	24	23,3	6,1	52,6
14	KAB. PASURUAN	22,8	10,5	5,3	45,9
15	KAB. SIDOARJO	46,9	29,3	24,1	46,1
16	KAB. MOJOKERTO	26,5	20,3	8,5	69,4
17	KAB. JOMBANG	25,7	20,5	4,9	58,5
18	KAB. NGANJUK	27,5	17	2,5	47,9
19	KAB. MADIUN	50,6	27,1	2,6	60,5
20	KAB. MAGETAN	45,9	28	11,7	51,4
21	KAB. NGAWI	45,8	28,9	3,8	59,5
22	KAB. BOJONEGORO	39,6	13,6	7,3	59,2
23	KAB. TUBAN	21,7	10	3,6	61

LAMPIRAN 1. Data Variabel Respon dan Prediktor (Lanjutan)

No	Kota/Kab	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
24	KAB. LAMONGAN	8,4	17,1	6,1	72,5
25	KAB. GRESIK	24,2	20,9	15,8	49,4
26	KAB. BANGKALAN	7	11,3	4,6	51,3
27	KAB. SAMPANG	14,2	17,3	10	53,7
28	KAB. PAMEKASAN	7,5	2	1,5	65,5
29	KAB. SUMENEP	10	11,8	6,7	71,4
30	KOTA KEDIRI	33,3	25,9	12,3	44,3
31	KOTA BLITAR	36,2	17	12,6	47,5
32	KOTA MALANG	40,2	12,1	20,4	34,4
33	KOTA PROBOLINGGO	38,1	35,1	17,4	41,7
34	KOTA PASURUAN	25,6	24,1	21,9	41,3
35	KOTA MOJOKERTO	69,3	28,1	23,7	46
36	KOTA MADIUN	59,2	42,2	12,8	67,3
37	KOTA SURABAYA	44,7	39,5	27,3	31,8
38	KOTA BATU	29,6	11,2	5,9	25,3

Keterangan:

Y₁: Jumlah Kasus Malaria

Y₂: Jumlah Kasus *Filariasis*

X₁: Persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

X₂: Persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya

X₃: Persentase lantai rumah bukan tanah

X₄: Persentase perilaku menguras bak mandi >1 kali seminggu

X₅: Persentase penggunaan repellent

X₆: Persentase penggunaan insektisida

X₇: Persentase penggunaan obat nyamuk

LAMPIRAN 2. Output Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Welcome to Minitab, press F1 for help.

```
MTB > Describe 'Y1' - 'x7';
SUBC> Mean;
SUBC> Variance;
SUBC> Minimum;
SUBC> Maximum.
```

Descriptive Statistics: Y1, Y2, x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y1	9.45	141.44	0.00	56.00
Y2	28.16	1852.46	0.00	155.00
x1	35.48	133.63	12.10	60.70
x2	74.55	348.02	9.00	95.80
x3	87.54	138.76	51.30	99.20
x4	30.44	199.54	7.00	69.30
x5	19.59	81.72	2.00	42.20
x6	8.85	47.70	1.50	27.30
x7	50.21	142.49	25.30	72.50

LAMPIRAN 3. Output Korelasi Variabel Respon

```
MTB > Correlation 'Y1' 'Y2'.
```

Correlations: Y1, Y2

Pearson correlation of Y1 and Y2 = 0.417
P-Value = 0.009

LAMPIRAN 4. Output Korelasi Variabel Prediktor

MTB > Correlation 'x1'-'x7'.

Correlations: x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7

	x1	x2	x3	x4	x5	x6
x2	0.138 0.408					
x3	0.409 0.011	-0.125 0.455				
x4	0.756 0.000	0.181 0.276	0.254 0.123			
x5	0.594 0.000	0.099 0.554	0.298 0.069	0.634 0.000		
x6	0.524 0.001	0.132 0.428	0.472 0.003	0.501 0.001	0.567 0.000	
x7	-0.340 0.037	0.317 0.053	-0.412 0.010	-0.243 0.142	-0.106 0.526	-0.315 0.054

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

LAMPIRAN 5. Output Uji Multikolinearitas

```
MTB > Regress 'Y1' 7 'x1'-'x7';
SUBC> Constant;
SUBC> VIF;
SUBC> Brief 2.
```

Regression Analysis: Y1 versus x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7

The regression equation is

$$Y1 = 13.8 - 0.032 x1 - 0.086 x2 + 0.012 x3 + 0.046 x4 - 0.200 x5 - 0.231 x6 + 0.134 x7$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	13.82	24.04	0.57	0.570	
x1	-0.0323	0.3010	-0.11	0.915	2.859
x2	-0.0858	0.1250	-0.69	0.498	1.285
x3	0.0116	0.2162	0.05	0.958	1.531
x4	0.0460	0.2429	0.19	0.851	2.780
x5	-0.2003	0.3306	-0.61	0.549	2.109
x6	-0.2309	0.4143	-0.56	0.581	1.932
x7	0.1338	0.2148	0.62	0.538	1.552

S = 12.5185 R-Sq = 10.2% R-Sq(adj) = 0.0%

LAMPIRAN 6. Program R Regresi Poisson Bivariat (Sintaks Bootstrap dengan $\lambda=0$ =konstanta)

```
library(bivpois)
Y1=data[,1]
Y2=data[,2]
x1=data[,3]
x2=data[,4]
x3=data[,5]
x4=data[,6]
x5=data[,7]
x6=data[,8]
x7=data[,9]
model=lm.bp(l1=Y1~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,l2=Y2~x1+x2+
x3+x4+x5+x6+x7,
l1l2=NULL,l3=~1,data=data,common.intercept=FALSE,
zeroL3=FALSE,maxit=300,pres=1e-08,verbose=FALSE)
n=length(data$Y1)
bootrep=290
results<-matrix(NA,bootrep,17)
for (i in 1:bootrep)
{
bootx1<-rpois(n,model$lambda1)
bootx2<-rpois(n,model$lambda2)
bootx3<-rpois(n,model$lambda3)
bootx<-bootx1+bootx3
booty<-bootx2+bootx3
data = cbind(bootx,booty,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7)
data=data.frame(data)
testtempt<-
lm.bp(bootx~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,booty~x1+x2+x3+x4+x
5+x6+x7,data=data)
betafound<-c(testtempt$beta1,testtempt$beta2,testtempt$beta3)
results[i,]<-betafound
}
```

LAMPIRAN 7. Program R Regresi Poisson Bivariat (Sintaks Bootstrap dengan lambda 0=persamaan)

```

Y1=data[,1]
Y2=data[,2]
x1=data[,3]
x2=data[,4]
x3=data[,5]
x4=data[,6]
x5=data[,7]
x6=data[,8]
x7=data[,9]
model=lm.bp(l1=Y1~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,l2=Y2~x1+x2+
x3+x4+x5+x6+x7,l1l2=NULL,l3=~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,
data=data, common.intercept = FALSE, zeroL3 = FALSE,
maxit=300,pres=1e-08, verbose = FALSE)
n=length(data$Y1)
bootrep=290
results<-matrix(NA,bootrep,24)
for (i in 1:bootrep)
{
bootx1<-rpois(n,model$lambda1)
bootx2<-rpois(n,model$lambda2)
bootx3<-rpois(n,model$lambda3)
bootx<-bootx1+bootx3
booty<-bootx2+bootx3
data= cbind(bootx,booty,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7)
data=data.frame(data)
testtempt<-
lm.bp(bootx~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,booty~x1+x2+x3+x4+x
5+x6+x7,l3=~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,data=data)
betafound<-c(testtempt$beta1,testtempt$beta2,testtempt$beta3)
results[i,]<-betafound
}
summary(betafound)
sd(results)

```


LAMPIRAN 8. Program R Regresi Poisson Bivariat (Sintaks Bootstrap dengan $\lambda_0 = 2\lambda$)

```

Y1=data[,1]
Y2=data[,2]
x1=data[,3]
x2=data[,4]
x3=data[,5]
x4=data[,6]
x5=data[,7]
x6=data[,8]
x7=data[,9]
model=lm.bp(l1 = Y1 ~ x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6+x7, l2 =
Y2 ~ x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6+x7, l1l2 = NULL, l3 = ~1,
data = data, common.intercept = FALSE, zeroL3 = TRUE,
maxit = 300, pres = 1e-08, verbose = FALSE)
n=length(data$Y1)
bootrep=290
results<-matrix(NA,bootrep,16)
for (i in 1:bootrep)
{
bootx1<-rpois(n,model$lambda1)
bootx2<-rpois(n,model$lambda2)
bootx3<-rpois(n,model$lambda3)
bootx<-bootx1+bootx3
booty<-bootx2+bootx3
data = cbind(bootx,booty,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7)
data=data.frame(data)
testtempt<-
lm.bp(bootx~x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7,booty~x1+x2+x3+x4+x
5+x6+x7,data=data,zeroL3=TRUE)
betafound<-c(testtempt$beta1,testtempt$beta2)
results[i,]<-betafound
}
summary(betafound)
sd(results)
parameter=as.vector(model$coef)
parameter

```

LAMPIRAN 9. Hasil Program Regresi Poisson Bivariat ($\lambda = \text{konstanta}$)

```

> sd(results)
[1] 0.570647251 0.006594227 0.002072111 0.005858157
0.006254931 0.006216634 0.015810632 0.003913914
0.804519315 0.009590930
[11] 0.003414107 0.006418694 0.008190491 0.011282099
0.016125211 0.007362527 0.438718483

> parameter
[1] 1.1081989603 -0.0976906899 0.0115492479
0.0558191031 0.1224401556 -0.0393558400 -0.2367790112 -
0.0386918543 2.0807731726
[10] -0.0021684764 -0.0093910135 0.0008187338
0.0100043534 -0.0267710086 -0.0387648941 0.0220324673
0.5728346341

> se
[1] 0.570647251 0.006594227 0.002072111 0.005858157
0.006254931 0.006216634 0.015810632 0.003913914
0.804519315 0.009590930
[11] 0.003414107 0.006418694 0.008190491 0.011282099
0.016125211 0.007362527 0.438718483

> zhit
[1] 1.9420035 -14.8145781 5.5736635 9.5284411
19.5749805 -6.3307313 -14.9759355 -9.8857184 2.5863558
-0.2260966
[11] -2.7506503 0.1275546 1.2214595 -2.3728748 -
2.4039930 2.9925142 1.3056998

> model$loglikelihood
[1] -7977.2027 -708.7741 -689.6719 -677.8101 -669.6579 -
664.0208 -660.2480 -657.8226 -656.3108 -655.3872 -
654.8300

```

LAMPIRAN 9. Hasil Program Regresi Poisson Bivariat (λ konstanta) (Lanjutan)

```
[12] -654.4966 -654.2982 -654.1807 -654.1112 -654.0703 -  
654.0462 -654.0320 -654.0237 -654.0188 -654.0159 -  
654.0142
```

```
[23] -654.0132 -654.0126 -654.0123 -654.0121 -654.0120 -  
654.0119 -654.0119 -654.0118 -654.0118 -654.0118 -  
654.0118
```

```
> model$AIC  
Saturated BivPois  
411.3837 1342.0236
```

```
> model$BIC  
Saturated BivPois  
588.5194 1381.6461
```


LAMPIRAN 10. Hasil Program Regresi Poisson Bivariat
(lambda 0=persamaan)

```
sd(results)
[1] 0.646997363 0.007511923 0.002872192 0.006720816
0.007848829 0.007009064 0.015909026 0.004521818
1.116776459
[10] 0.019943975 0.008632964 0.009732944 0.017536423
0.017645847 0.037316036 0.015813927 2.942859026
0.047983655
[19] 0.013315999 0.041924541 0.070656065 0.051549881
0.120756173 0.033138399

> parameter
[1] 1.060919907 -0.090012658 0.013316939 0.050437171
0.107008224 -0.025101805 -0.216359248 -0.034371321
[9] 0.530741228 0.031096516 -0.011551533 -0.010169316 -
0.038183417 0.004724629 0.014507082 0.051151845
[17] 2.564631479 -0.088652940 -0.003378257 0.041385218
0.137771839 -0.118059136 -0.208211217 -0.055188095

> se
[1] 0.646997363 0.007511923 0.002872192 0.006720816
0.007848829 0.007009064 0.015909026 0.004521818
1.116776459
[10] 0.019943975 0.008632964 0.009732944 0.017536423
0.017645847 0.037316036 0.015813927 2.942859026
0.047983655
[19] 0.013315999 0.041924541 0.070656065 0.051549881
0.120756173 0.033138399

> zhit
[1] 1.6397592 -11.9826388 4.6365067 7.5046206
13.6336546 -3.5813349 -13.5997794 -7.6012166 0.4752439
[10] 1.5591935 -1.3380726 -1.0448346 -2.1773778
0.2677474 0.3887627 3.2346073 0.8714762 -1.8475654
```

LAMPIRAN 10. Hasil Program Regresi Poisson Bivariat
($\lambda = 0$ =persamaan) (Lanjutan)

```
[19] -0.2536991 0.9871358 1.9498940 -2.2901922 -
1.7242284 -1.6653821

> model$loglikelihood
[1] -7977.2027 -647.8512 -637.0854 -632.8094 -630.6051 -
629.2854 -628.3956 -627.7344 -627.2092
[10] -626.7802 -626.4322 -626.1585 -625.9524 -625.8038 -
625.7006 -625.6311 -625.5851 -625.5550
[19] -625.5352 -625.5223 -625.5137 -625.5080 -625.5041 -
625.5015 -625.4997 -625.4985 -625.4976
[28] -625.4971 -625.4967 -625.4964 -625.4962 -625.4960 -
625.4959 -625.4959 -625.4958 -625.4958
[37] -625.4958 -625.4958 -625.4957 -625.4957 -625.4957

> model$AIC
Saturated BivPois
411.3837 1298.9915

> model$BIC
Saturated BivPois
588.5194 1354.9291
```

LAMPIRAN 11. Hasil Program Regresi Poisson Bivariat
(lambda 0=doble lambda)

```
sd(results)
[1] 0.457164349 0.005627396 0.001837316 0.004425757
0.004665123 0.005742604 0.010878672 0.003478263
[9] 0.674178391 0.008050653 0.002700392 0.005609632
0.006661543 0.009399686 0.013466494 0.005844409
parameter
[1] 1.636948636 -0.088880348 0.010724868 0.049021636
0.109946992 -0.034751252 -0.215084379
[8] -0.036209770 2.727130963 -0.001776160 -0.007493170
0.000109447 0.004496901 -0.020213533
[15] -0.041648583 0.013140570
se
[1] 0.457164349 0.005627396 0.001837316 0.004425757
0.004665123 0.005742604 0.010878672 0.003478263
[9] 0.674178391 0.008050653 0.002700392 0.005609632
0.006661543 0.009399686 0.013466494 0.005844409
zhit
[1] 3.58065680 -15.79422187 5.83724892 11.07644215
23.56786532 -6.05148016 -19.77119875
[8] -10.41030337 4.04511773 -0.22062311 -2.77484504
0.01951055 0.67505388 -2.15044759
[15] -3.09275623 2.24840027
model$AIC
Saturated DbIPois
411.3837 1396.5483
model$BIC
Saturated DbIPois
588.5194 1433.8400

model$loglikelihood
[1] 654.0118
```






BIODATA PENULIS

Penulis dengan nama lengkap Friska Miftakhul Ilmi atau biasa dipanggil Friska, lahir di Kediri pada 30 November 1992. Pendidikan formal yang pernah ditempuh antara lain TK Dharma Wanita, SDN Tawang 1, SMPN 1 Wates, dan SMAN 2 Kediri. Pada tahun 2011, penulis diterima sebagai mahasiswa jurusan Statistika ITS melalui jalur SNMPTN undangan dengan NRP 1311100041 dan lulus pada tahun 2015. Semasa kuliah, penulis aktif dalam kegiatan organisasi, kepanitiaan, pelatihan, dan seminar.

Organisasi kampus yang pernah diikuti oleh penulis adalah HIMASTA-ITS, yaitu tahun pertama sebagai staff dan tahun kedua sebagai kabiro Dagri. Selain itu penulis juga aktif di UKM WE&T ITS sebagai staff departemen HRM. Sedangkan organisasi luar kampus yang pernah diikuti oleh penulis adalah Karya Salemba Empat ITS sebagai Kadiv kurikulum departemen Sosdik. Adapun kepanitiaan yang pernah diikuti oleh penulis antara lain MUNAS IHMSI, Great Event of MIPA, PW 105, PW 106, Station, dan masih banyak lagi. Pengalaman pelatihan yang sangat berkesan bagi penulis adalah mengikuti Diklat Indofood *Leadership Camp* di Akademi Militer Magelang pada tahun 2014 dan menjadi pemakalah Seminar UNESA pada tahun 2015. Pada tahun 2015, 2 PKM-P penulis juga lolos pendanaan DIKTI.

Semua masukan dan saran mengenai Tugas Akhir ini, pembaca dapat menghubungi penulis di friskanala@gmail.com



Pemodelan Kasus Malaria dan *Filariasis* di Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Friska Miftakhul Ilmi dan Purhadi

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail:friskanala@gmail.com, purhadi @statistika.its.ac.id

Abstrak— Salah satu agenda pencapaian MDGs di bidang kesehatan adalah memerangi malaria dan *filariasis*. Malaria dan *filariasis* merupakan dua kejadian yang disebabkan adanya kesamaan vektor yang menyebabkan kedua penyakit tersebut yaitu gigitan nyamuk *anopheles*. Sebaran penderita malaria yang ditemukan di Jawa Timur tahun 2013 terdapat di 30 kabupaten/kota, sedangkan kasus klinis *filariasis* tersebar di 33 kabupaten/kota. Regresi poisson bivariat merupakan metode pemodelan terbaik terhadap kasus malaria dan *filariasis* karena saling berkorelasi dan berdistribusi poisson. Hasil dari penelitian ini yaitu berdasarkan ketiga model regresi poisson bivariat, didapatkan model terbaik yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 1298,991. Pada model ini, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria, sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kasus *filariasis* adalah persentase PHBS, persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, persentase penggunaan *repellent*, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk.

Kata kunci—*Filariasis, Malaria, Regresi Poisson Bivariat*

I. PENDAHULUAN

AGENDA pencapaian MDGs terdiri dari delapan poin, lima diantaranya merupakan bidang kesehatan. Salah satu agenda pencapaian MDGs di bidang kesehatan adalah memerangi malaria dan *filariasis* [1].

Malaria merupakan penyakit menular yang menjadi perhatian global. Penyakit ini dapat menular kepada manusia sehat melalui gigitan nyamuk *anopheles* yang mengandung parasit. Selain faktor parasit, malaria juga disebabkan faktor manusia (*host*) serta lingkungan, baik lingkungan sosial ekonomi, lingkungan biologik dan lingkungan fisik [2].

Filariasis (penyakit kaki gajah) adalah penyakit menular menahun yang disebabkan oleh cacing filaria yang menyerang saluran dan kelenjar getah bening. Penyakit ini dapat merusak sistim limfe sehingga menimbulkan pembengkakan pada tangan dan kaki. *Filariasis* dapat ditularkan oleh 23 spesies nyamuk, salah satunya dari genus *anopheles* [2].

Sebagai kelanjutan dari program nasional untuk Indonesia Bebas Malaria di tahun 2030, Dinas Kesehatan memiliki target bahwa Pulau Jawa dan Bali sebagai daerah yang bukan endemik malaria akan bebas dari penyakit malaria terlebih dahulu yaitu pada tahun 2015. Sebaran penderita malaria yang ditemukan di Jawa Timur tahun 2013 terdapat di 30 kabupaten/kota dengan jumlah 1070 penderita. Sementara itu proporsi malaria import mengalami kenaikan dibanding dengan proporsi tahun 2012 [1].

Hasil survei darah tusuk jari menyatakan bahwa Jawa Timur merupakan propinsi dengan *Mf rate* terendah di Pulau Jawa yang menunjukkan kecilnya risiko penularan namun ada kemungkinan pertambahan kasus *filariasis*. Di Jawa Timur, 100% penderita kasus *filariasis* ditemukan dalam kondisi kronis dan cacat permanen. Tercatat sampai dengan tahun 2013, kasus *filariasis* yang telah ditemukan sejumlah 358 penderita yang tersebar di 33 kabupaten/kota [1].

Malaria dan *filariasis* merupakan dua kejadian yang disebabkan adanya kesamaan vektor yaitu gigitan nyamuk *anopheles*. Regresi poisson bivariat adalah metode yang digunakan untuk memodelkan sepasang *count data* yang berdistribusi poisson dan memiliki korelasi. Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Regresi Poisson Bivariat menghasilkan kesimpulan bahwa metode tersebut dapat menghasilkan model terbaik terhadap sepasang *count data* yang berdistribusi poisson dan saling berkorelasi [3] [4] [5]. Studi kasus tentang hubungan malaria dan *filariasis* belum pernah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan faktor yang berpengaruh secara signifikan pada kasus jumlah malaria dan *filariasis* di Propinsi Jawa Timur pada tahun 2013 dengan menggunakan regresi poisson bivariat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Adapun kategori yang termasuk dalam statistika deskriptif antara lain ukuran pemusatan data, penyebaran data, grafik, serta diagram [6].

B. Uji Korelasi dan Multikolinearitas

Koefisien korelasi merupakan suatu indikator dalam hubungan linier antara 2 variabel [7]. Koefisien korelasi untuk Y_1 dan Y_2 dituliskan pada Persamaan (1) [8].

$$\hat{\rho}_{Y_1 Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)(Y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}} \quad (1)$$

Berikut adalah pengujian korelasi untuk variabel respon.

$H_0 : \rho_{Y_1 Y_2} = 0$ (Tidak ada hubungan antara Y_1 dan Y_2)

$H_1 : \rho_{Y_1 Y_2} \neq 0$ (Terdapat hubungan antara Y_1 dan Y_2)

Statistik uji :

$$t = \frac{\hat{\rho}_{Y_1 Y_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\hat{\rho}_{Y_1 Y_2}^2}} \quad (2)$$

Jika $|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2, n-2)}$ maka H_0 ditolak.

Multikolinieritas berarti terdapat korelasi antara satu variabel prediktor dengan beberapa prediktor lainnya. Deteksi multikolinieritas dengan melihat nilai VIF [9].

C. Distribusi Poisson

Distribusi poisson adalah suatu distribusi untuk peristiwa yang probabilitas terjadinya kecil dimana terjadinya tergantung pada interval waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit [10].

Fungsi probabilitas variabel random diskrit yang berdistribusi Poisson dengan parameter λ adalah.

$$f_Y(y) = f_Y(y, \lambda) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!}, & y = 0, 1, 2, \dots \\ 0, & y \text{ yang lain} \end{cases} \quad (3)$$

Jika Y adalah variabel random yang mempunyai distribusi poisson, maka nilai mean dan varians dari distribusi poisson adalah sama, yaitu: λ

D. Distribusi Poisson Bivariat

Misalkan X_0, X_1, X_2 merupakan variabel random yang masing-masing berdistribusi poisson dengan parameter $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$. Diberikan variabel random sebagai berikut [8].

$$\begin{aligned} Y_1 &= X_1 + X_0 \\ Y_2 &= X_2 + X_0 \end{aligned} \quad (4)$$

Variabel random Y_1 dan Y_2 secara bersama-sama berdistribusi poisson bivariat dengan fungsi probabilitas bersamanya seperti pada persamaan berikut.

$$f(y_1, y_2) = \begin{cases} e^{-(\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2)} \sum_{i=0}^{\min(y_1, y_2)} \frac{\lambda_1^{y_1-i} \lambda_2^{y_2-i} \lambda_0^i}{(y_1-i)! (y_2-i)! i!} \\ 0, & y_i \text{ yang lain} \end{cases} \quad (5)$$

s adalah nilai variabel dari Y_1 dan Y_2 yang lebih kecil

E. Regresi Poisson

Regresi poisson menggambarkan hubungan variabel respon yang berdistribusi poisson dengan satu atau lebih variabel prediktor [11]. Berikut model regresi Poisson [10].

$$y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i) \text{ dengan } \lambda_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (6)$$

dengan λ_i adalah rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

Penaksiran parameter regresi poisson dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berikut fungsi *ln likelihood* distribusi Poisson [10].

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\lambda_i) \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \right) \quad (7)$$

Untuk memaksimumkan fungsi *ln likelihood*, maka digunakan metode iterasi numerik Newton Raphson. Pengujian parameter model regresi poisson menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* dengan hipotesis:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_l \neq 0; l = 1, 2, \dots, k$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\boldsymbol{\omega}})}{L(\hat{\boldsymbol{\Omega}})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\boldsymbol{\Omega}}) - \ln L(\hat{\boldsymbol{\omega}}) \right) \quad (8)$$

dimana

$$L(\hat{\boldsymbol{\omega}}) = \left(-n \left(\exp \hat{\beta}_0 \right) + \left(\hat{\beta}_0 \right) \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \right) \quad (9)$$

$$L(\hat{\boldsymbol{\Omega}}) = \left(-n \left(\exp(\mathbf{x}_1^T \hat{\boldsymbol{\beta}}) \right) + \left(\mathbf{x}_1^T \hat{\boldsymbol{\beta}} \right) \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \right) \quad (10)$$

Apabila didapatkan hasil $D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$ maka tolak H_0 , maka langkah selanjutnya adalah pengujian parameter secara parsial. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_l = 0$$

$$H_1 : \beta_l \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_l}{se(\hat{\beta}_l)}$$

Daerah Kritis: tolak H_0 jika $|Z_{hitung}| > Z_{(\alpha/2)}$, α adalah tingkat signifikansi yang digunakan.

F. Regresi Poisson Bivariat

Regresi Poisson Bivariat adalah metode yang digunakan untuk memodelkan sepasang *count data* yang berdistribusi poisson dan memiliki korelasi dengan beberapa variabel prediktor [12]. Berikut model regresi poisson bivariat.

$$\begin{aligned} (Y_{1i}, Y_{2i}) &\sim PB(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \lambda_0) \\ \lambda_j^* &= \lambda_{ji} + \lambda_0 = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j); j = 1, 2 \end{aligned} \quad (11)$$

Terdapat tiga buah model dengan nilai λ_0 yang berbeda, yaitu:

- Model dengan nilai λ_0 adalah suatu konstanta.
- Model dengan nilai λ_0 merupakan fungsi dari variabel bebas (*covariate*). Berikut persamaannya.
- Model dengan nilai λ_0 adalah nol

Estimasi parameter yang digunakan dalam regresi poisson bivariat adalah MLE. Berikut fungsi *ln likelihood*nya [13].

$$Q = \ln L(\lambda_0, \boldsymbol{\beta}_1, \boldsymbol{\beta}_2) = -n\lambda_0 - \sum_{i=1}^n (e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_1} - \lambda_0) - \sum_{i=1}^n (e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_2} - \lambda_0) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \quad (12)$$

Untuk memaksimumkan fungsi *ln likelihood*, digunakan metode iterasi Newton Raphson. Pengujian parameter model regresi poisson bivariat dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Ratio Test*. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{jk} = 0; j = 1, 2$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, k$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}^*) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\boldsymbol{\omega}}^*)}{L(\hat{\boldsymbol{\Omega}}^*)} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\boldsymbol{\Omega}}^*) - \ln L(\hat{\boldsymbol{\omega}}^*) \right) \quad (13)$$

dimana

$$L(\hat{\boldsymbol{\Omega}}^*) = \left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}_1) - \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \hat{\boldsymbol{\beta}}_2) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \right) \quad (14)$$

$$L(\hat{\boldsymbol{\omega}}^*) = \left(-\sum_{i=1}^n \exp(\hat{\beta}_{10}) - \sum_{i=1}^n \exp(\hat{\beta}_{20}) + \sum_{i=1}^n \ln W_i \right) \quad (15)$$

$D(\hat{\beta})$ adalah devians model regresi poisson bivariat dengan menggunakan pendekatan distribusi *chi-square* dengan derajat bebas $2k$. Jika $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(2k, \alpha)}$ maka H_0 ditolak. Apabila H_0 ditolak maka selanjutnya melakukan pengujian parameter secara parsial. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{se(\hat{\beta}_{jl})}$$

H_0 ditolak apabila nilai $|Z_{hitung}| > Z_{(\alpha/2)}$.

G. Estimasi Standart Error dengan Metode Bootstrap

Metode *bootstrap* digunakan apabila dalam proses estimasi, nilai parameter yang dicari sangat sulit untuk mencapai nilai yang konvergen [12]. Rumus untuk mengestimasi *standar error* adalah sebagai berikut.

$$\widehat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^B (\hat{\beta}_j - \bar{\beta})^2}{B-1}} \quad (16)$$

H. Pemilihan Model Terbaik

AIC (*Akaike Information Criterion*) merupakan kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik. Kriteria AIC biasanya digunakan apabila pembentukan model regresi bertujuan untuk mendapatkan faktor yang berpengaruh terhadap model. Nilai AIC dirumuskan sebagai berikut [14].

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\theta}) + 2k \quad (17)$$

I. Malaria dan Filariasis

Malaria adalah penyakit infeksi parasit yang menular melalui gigitan nyamuk *anopheles*. Penularan malaria disebabkan parasit, nyamuk *anopheles*, serta lingkungan [2].

Filariasis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh cacing filaria dan ditularkan berbagai jenis nyamuk, salah satunya adalah *anopheles*. Faktor risiko terjadinya *filariasis* adalah cacing filaria, nyamuk, lingkungan, dan perilaku [2].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder, bersumber dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dan Riset Kesehatan Dasar Tahun 2013. Unit pengamatan pada penelitian ini adalah 38 Kabupaten/Kota di Jatim yang meliputi 29 kabupaten dan 9 kota.

B. Kerangka Konsep

Kerangka konsep menurut kerangka konsep dari Blum tahun 1976 disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian Menurut Blum

C. Variabel Penelitian

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kasus malaria (Y_1) dan *filariasis* (Y_2) di tiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Sedangkan variabel prediktor (X) yang digunakan adalah sebanyak 7 variabel.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Kode	Variabel	Tipe Variabel
Y ₁	Jumlah penderita malaria	Diskrit
Y ₂	Jumlah penderita <i>filariasis</i>	Diskrit
X ₁	Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat	Kontinu
X ₂	Persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya	Kontinu
X ₃	Persentase lantai rumah bukan tanah	Kontinu
X ₄	Persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu	Kontinu
X ₅	Persentase penggunaan repellent	Kontinu
X ₆	Persentase penggunaan insektisida	Kontinu
X ₇	Persentase penggunaan obat nyamuk bakar	Kontinu

D. Metode Analisis Data

Langkah-langkah analisis data untuk setiap tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Membuat deskripsi variabel respon dan prediktor.
2. Menguji korelasi antar variabel respon.
3. Mendeteksi kasus multikolinearitas dari variabel prediktor dengan menggunakan kriteria uji VIF dan matriks korelasi.
4. Mendapatkan model regresi poisson bivariat.
 - a. Menentukan nilai penaksir parameter menggunakan *Maximum Likelihood Estimation*.
 - b. Mencari nilai *standar error* menggunakan *bootstrap*, dengan cara:
 1. Memilih B sampel independen *bootstrap*.
 2. Mengevaluasi replikasi *bootstrap* yang bersesuaian pada setiap sampel.
 3. Pembentukan model dari setiap replikasi.
 4. Menyimpan setiap nilai estimasi parameter dari hasil pemodelan dari setiap iterasi.
 5. Mengestimasi *standar error*
 - c. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial.
 - d. Menentukan model terbaik dengan kriteria AIC.
6. Melakukan interpretasi model terbaik.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Jumlah Kasus Malaria dan Filariasis

Deskripsi jumlah kasus malaria dan *filariasis* digunakan untuk mengetahui karakteristik data. Deskripsi yang digunakan meliputi mean, varians, nilai minimum, dan nilai maksimum yang disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

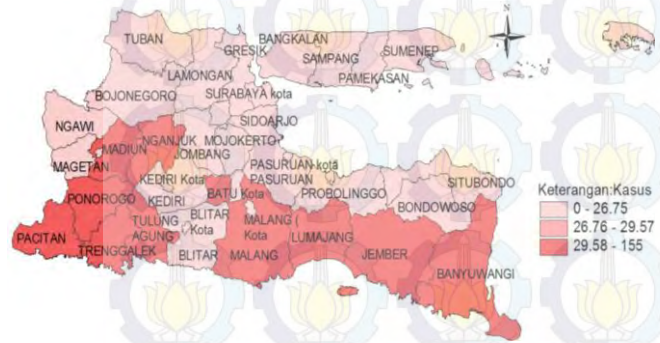
Tabel 2. Nilai Mean, Varians, Minimum, dan Maksimum Variabel Respon

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y ₁	28,16	1852,46	0	155
Y ₂	9,45	141,44	0	56

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa pada tahun 2013, rata-rata jumlah kasus malaria sebesar 29 kasus, dengan kasus terbanyak sebesar 155 kasus dan paling sedikit adalah 0 kasus. Nilai varians cukup besar yaitu 1852,4, artinya jumlah kasus malaria yang dimiliki kabupaten/kota di Jawa Timur memiliki nilai yang cukup berbeda jauh.

Adapun jumlah kasus *filariasis* di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 10 kasus, dengan kasus terbanyak sebesar 56 kasus dan paling sedikit adalah 0 kasus.

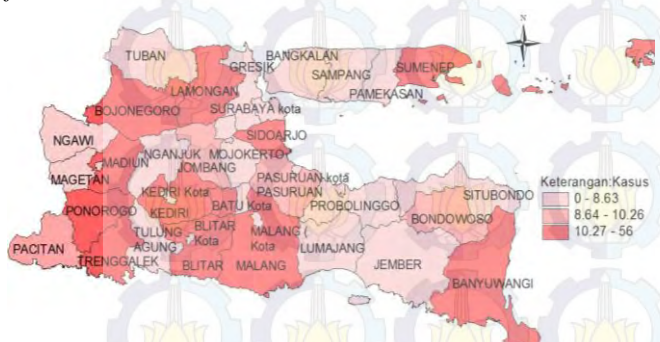
Gambar 2 menyajikan gambaran persebaran kasus malaria di Jawa Timur.



Gambar 2. Persebaran Jumlah Kasus Malaria di Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 2, daerah yang termasuk kategori rendah yaitu 0-27 jiwa adalah Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, dan 26 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk kategori tinggi yaitu 30-155 jiwa adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, dan 8 daerah lain.

Gambar 3 menyajikan gambaran persebaran kasus *filariasis* di Jawa Timur.



Gambar 3. Persebaran Jumlah Kasus *Filariasis* di Provinsi Jawa Timur tahun 2013

Berdasarkan Gambar 3, daerah yang termasuk kategori rendah yaitu 0-8 jiwa adalah Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Lumajang, dan 21 daerah lain, sedangkan daerah yang termasuk kategori tinggi yaitu 11-56 jiwa adalah Kabupaten Ponorogo dan 10 daerah lain.

Deskripsi variabel prediktor digunakan untuk menggambarkan karakteristik data yang digunakan.

Tabel 3. Nilai Mean, Varians, Minimum, dan Maksimum Variabel Prediktor

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
X ₁	35,48	133,63	12,1	60,7
X ₂	74,55	348,02	9	95,8
X ₃	87,54	138,76	51,3	99,2
X ₄	30,44	199,54	7	69,3
X ₅	19,59	81,72	2	42,2
X ₆	8,85	47,7	1,5	27,3
X ₇	50,21	142,49	25,3	72,5

Pada Tabel 3, rumah tangga yang memiliki lantai tidak terbuat dari tanah (X₃) memiliki rata-rata sebesar 87,54, artinya persebaran persentase rumah tangga yang memiliki lantai rumah bukan tanah cukup tinggi, namun varians yang diberikan cukup besar yaitu sebesar 138,76, artinya perbedaan rumah tangga yang memiliki lantai rumah bukan tanah pada tiap kabupaten/kota cukup tinggi dengan nilai minimum sebesar 51,3 dan nilai maksimum sebesar 99,2.

B. Pemeriksaan Korelasi dan Multikolinearitas

Pemeriksaan korelasi digunakan untuk mengetahui apakah jumlah kasus malaria dan *filariasis* saling berhubungan. Berikut pengujian hipotesis yang digunakan:

H₀ : Tidak ada hubungan antara Y₁ dan Y₂

H₁ : Terdapat hubungan antara Y₁ dan Y₂

Berdasarkan nilai $p\text{-value} = 0,009 < \alpha = 0,05$, dinyatakan tolak H₀, selain itu berdasarkan nilai $|t_{hitung}| = 2,753 > t_{(0,025;36)} = 2,0438$ juga tolak H₀. Artinya terdapat hubungan antara jumlah kasus malaria dan *filariasis*.

Tabel 4. Korelasi Variabel Respon

	Malaria	Filariasis
Malaria	1	0,417
Filariasis	0,417	1

Tabel 4 menunjukkan bahwa korelasi variabel respon sebesar 0,417. Artinya terdapat hubungan yang cukup erat antara jumlah kasus malaria dan *filariasis*.

Terdapat dua cara untuk mengetahui multikolinearitas pada variabel prediktor, yaitu dengan koefisien korelasi dan nilai VIF tiap variabel prediktor pada Tabel 5 dan Tabel 7.

Tabel 5. Korelasi Antar Variabel Prediktor

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₂	0,14 ^a					
	0,41 ^b					
X ₃	0,41 ^a	-0,12 ^a				
	0,01 ^b	0,46 ^b				
X ₄	0,76 ^a	0,18 ^a	0,25 ^a			
	0,00 ^b	0,28 ^b	0,12 ^b			
X ₅	0,59 ^a	0,09 ^a	0,29 ^a	0,63 ^a		
	0,00 ^b	0,55 ^b	0,07 ^b	0,00 ^b		
X ₆	0,52 ^a	0,13 ^a	0,47 ^a	0,50 ^a	0,57 ^a	
	0,00 ^b	0,43 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	
X ₇	-0,34 ^a	0,32 ^a	-0,41 ^a	-0,24 ^a	-0,11 ^a	-0,31 ^a
	0,04 ^b	0,05 ^b	0,01 ^b	0,14 ^b	0,53 ^b	0,05 ^b

Keterangan: ^a adalah korelasi, ^b adalah P-value

Tabel 5 menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antar variabel prediktor yang bersifat multikolinearitas, karena tidak ada yang melebihi nilai $\pm 0,95$. Variabel X₁ memiliki korelasi tinggi dengan X₄, X₅, dan X₆ yaitu masing-masing sebesar 0,76; 0,59, dan 0,52. Hal ini dimungkinkan karena perilaku mengurus bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X₄), penggunaan *repellent* (X₅), dan penggunaan insektisida (X₆), merupakan salah satu karakteristik PHBS (X₁) dan bukan merupakan hubungan sebab akibat. Selain korelasi positif, juga terdapat korelasi negatif antar variabel prediktor.

Tabel 6. Korelasi Antar Variabel Respon dan Prediktor

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Y ₁	-0,16 ^a	-0,02 ^a	-0,02 ^a	0,11 ^a	-0,15 ^a	-0,35 ^a	-0,13 ^a
	0,34 ^b	0,93 ^b	0,89 ^b	0,52 ^b	0,37 ^b	0,03 ^b	0,45 ^b
Y ₂	-0,21 ^a	-0,12 ^a	-0,14 ^a	-0,19 ^a	-0,24 ^a	-0,26 ^a	0,14 ^a
	0,21 ^b	0,47 ^b	0,42 ^b	0,26 ^b	0,15 ^b	0,11 ^b	0,39 ^b

Keterangan: ^a adalah korelasi, ^b adalah P-value

Tabel 6 menunjukkan bahwa korelasi antara jumlah kasus malaria (Y₁) dengan semua variabel prediktor memiliki tanda negatif (hubungan berkebalikan), kecuali dengan X₄. Korelasi antara jumlah kasus *filariasis* dengan

semua variabel prediktor memiliki tanda negatif (hubungan berkebalikan), kecuali dengan X_7 (berbanding lurus).

Nilai VIF variabel prediktor disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF	Variabel	VIF	Variabel	VIF
X_1	2,859	X_4	2,780	X_7	1,552
X_2	1,285	X_5	2,109		
X_3	1,531	X_6	1,932		

Tabel 7 menunjukkan nilai VIF masing-masing variabel prediktor tidak ada yang melebihi nilai 10. Artinya tidak terjadi kasus multikolinieritas antar variabel prediktor.

C. Pemodelan Jumlah Kasus Malaria dan Filariasis Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Terdapat tiga buah model pada regresi poisson bivariat. Model pertama dengan nilai λ_0 adalah konstanta. Model kedua dengan nilai λ_0 adalah persamaan dari variabel bebas. Model ketiga merupakan model dengan nilai λ_0 adalah 0 dimana tidak ada kovarian dari kedua buah variabel.

Model Pertama Jumlah Kasus Malaria dan Filariasis

Pengujian parameter secara serentak dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat minimal satu variabel yang berpengaruh terhadap model. Berikut hipotesis uji serentak.

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{j7} = 0; j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

Berdasarkan hasil pemodelan regresi poisson bivariat didapatkan nilai devians $D(\hat{\beta})$ sebesar 1308,02. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;14)}$ yaitu 21,064. Karena nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,1;14)}$, maka tolak H_0 . Artinya minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap model. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh terhadap variabel respon. Berikut uji hipotesis yang digunakan.

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

Nilai Z_{hitung} untuk masing-masing variabel prediktor ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Penaksiran Parameter Model Pertama

Para meter	Jumlah Kasus Malaria ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kasus Filariasis ($\hat{\lambda}_2$)		
	Esti masi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}	Esti masi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}
β_0	1,108	0,571	1,942*	2,081	0,804	2,586*
β_1	-0,097	0,006	-14,815*	-0,002	0,009	-0,226
β_2	0,011	0,002	5,574*	-0,009	0,003	-2,751*
β_3	0,056	0,006	9,528*	0,001	0,006	0,127
β_4	0,122	0,006	19,575*	0,01	0,008	1,221
β_5	-0,039	0,006	-6,331*	-0,027	0,011	-2,373*
β_6	-0,236	0,016	-14,976*	-0,039	0,016	-2,404*
β_7	-0,038	0,004	-9,886*	0,022	0,007	2,992*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada model jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), semua variabel prediktor memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari $Z_{(0,05)} = 1,645$, sehingga semua variabel

prediktor berpengaruh terhadap variabel respon. Pada model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), semua variabel prediktor berpengaruh dalam model kecuali persentase PHBS (X_1), persentase lantai rumah bukan tanah (X_3), dan persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu (X_4). Kovarians antar variabel respon bernilai 0,573, dengan *standar error* sebesar 0,439, dan Z_{hitung} sebesar 1,305. Nilai kovarians tidak sama dengan nol menunjukkan bahwa variabel respon saling berkorelasi. Berikut model yang didapat dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,108 - 0,097x_1 + 0,011x_2 + 0,056x_3 + 0,122x_4 - 0,039x_5 - 0,236x_6 - 0,038x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(2,081 - 0,002x_1 - 0,009x_2 + 0,001x_3 + 0,01x_4 - 0,027x_5 - 0,039x_6 + 0,022x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(0,573)$$

Model Kedua Jumlah Kasus Malaria dan Filariasis

Berdasarkan hasil pemodelan regresi poisson bivariat didapatkan nilai devians $D(\hat{\beta}) = 1250,99$ lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,1;21)} = 29,615$ sehingga tolak H_0 . Artinya minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap model.

Tabel 9. Penaksiran Parameter Model Kedua

Para meter	Jumlah Kasus Malaria ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kasus Filariasis ($\hat{\lambda}_2$)		
	Esti masi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}	Esti masi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}
β_0	1,061	0,647	1,639	0,531	1,117	0,475
β_1	-0,09	0,007	-11,983*	0,031	0,019	1,559
β_2	0,013	0,003	4,636*	-0,011	0,009	-1,338
β_3	0,05	0,007	7,505*	-0,010	0,009	-1,045
β_4	0,107	0,008	13,634*	-0,038	0,017	-2,177*
β_5	-0,025	0,007	-3,581*	0,005	0,017	0,268
β_6	-0,216	0,016	-13,599*	0,014	0,037	0,389
β_7	-0,034	0,004	-7,601*	0,051	0,016	3,234*

Penaksiran parameter kovariansi ($\hat{\lambda}_0$) antara jumlah kasus malaria dan *filariasis* ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Penaksiran Parameter λ_0 Model Kedua

Parameter	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}
β_0	2,564	2,943	0,871
β_1	-0,088	0,048	-1,847*
β_2	-0,003	0,013	-0,254
β_3	0,041	0,042	0,987
β_4	0,137	0,071	1,949*
β_5	-0,118	0,051	-2,290*
β_6	-0,208	0,121	-1,724*
β_7	-0,055	0,033	-1,665*

Tabel 9 dan 10 menunjukkan bahwa pada model jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), semua variabel prediktor memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari $Z_{(0,05)}=1,645$, artinya semua variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria. Pada model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), semua variabel prediktor berpengaruh signifikan kecuali persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2) dan persentase lantai rumah bukan tanah (X_3).

Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat adalah sebagai berikut.

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,061 - 0,090x_1 + 0,013x_2 + 0,050x_3 + 0,107x_4 - 0,025x_5 - 0,216x_6 - 0,034x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(0,531 + 0,031x_1 - 0,011x_2 - 0,010x_3 - 0,038x_4 + 0,005x_5 + 0,014x_6 + 0,051x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(2,564 - 0,088x_1 - 0,003x_2 + 0,041x_3 + 0,137x_4 - 0,118x_5 - 0,208x_6 - 0,055x_7)$$

Berdasarkan hasil pemodelan jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), apabila persentase PHBS bertambah 1% maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus malaria sebesar $\exp(-0,09) = 0,914$ kali dari rata-rata jumlah kasus malaria semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Pada model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), apabila persentase PHBS bertambah 1% maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus *filariasis* sebesar $\exp(0,031) = 1,03$ kali dari rata-rata jumlah kasus *filariasis* semula, jika variabel lain tidak dimasukkan dalam model. Hal kontradiksi terjadi pada variabel X_1 , X_5 , X_6 , dan X_7 , karena menurut teori kesehatan, jika terjadi peningkatan maka mengurangi risiko terkena penyakit *filariasis*, namun terjadi hal sebaliknya. Hal ini dimungkinkan X_5 , X_6 , dan X_7 merupakan karakteristik dari X_1 sehingga terdapat korelasi yang tinggi antara X_1 dengan X_5 dan X_6 (namun bukan hubungan sebab akibat).

Model Ketiga Jumlah Kasus Malaria dan Filariasis

Model ketiga regresi poisson bivariat adalah model dengan nilai λ_0 adalah 0. Berdasarkan hasil pemodelan regresi poisson bivariat didapatkan nilai devians $D(\hat{\beta})$ yaitu 1308,024 lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;14)}$ yaitu 21,064, maka diputuskan tolak H_0 , didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap model.

Tabel 11. Penaksiran Parameter Model Ketiga

Parameter	Jumlah Kasus Malaria ($\hat{\lambda}_1$)			Jumlah Kasus Filariasis ($\hat{\lambda}_2$)		
	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}	Estimasi	SE ($\hat{\beta}$)	Z_{hitung}
β_0	1,637	0,457	3,58*	2,727	0,674	4,04*
β_1	-0,089	0,006	-15,79*	-0,002	0,008	-0,22
β_2	0,011	0,002	5,84*	-0,007	0,003	-2,77*
β_3	0,049	0,004	11,07*	0,0001	0,006	0,019
β_4	0,109	0,005	23,57*	0,004	0,007	0,67
β_5	-0,035	0,006	-6,05*	-0,020	0,009	-2,15*
β_6	-0,215	0,011	-19,77*	-0,042	0,013	-3,09*
β_7	-0,036	0,003	-10,41*	0,013	0,006	2,25*

Tabel 11 menunjukkan bahwa pada model jumlah kasus malaria ($\hat{\lambda}_1$), semua variabel prediktor memiliki nilai $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari $Z_{(0,05)}=1,645$ sehingga semua variabel prediktor berpengaruh signifikan. Pada model jumlah kasus *filariasis* ($\hat{\lambda}_2$), variabel prediktor yang berpengaruh signifikan adalah persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya (X_2), persentase penggunaan repellent (X_5), persentase penggunaan insektisida (X_6), dan persentase penggunaan obat nyamuk (X_7). Berikut adalah model yang didapat dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat.

$$\hat{\lambda}_1 = \exp(1,637 - 0,089x_1 + 0,011x_2 + 0,049x_3 + 0,109x_4 - 0,035x_5 - 0,215x_6 - 0,036x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2 = \exp(2,727 - 0,002x_1 - 0,007x_2 + 0,0001x_3 + 0,004x_4 - 0,02x_5 - 0,042x_6 + 0,013x_7)$$

D. Nilai AIC Pada Ketiga Model Regresi Poisson Bivariat

Salah satu kriteria kesesuaian model dalam mengestimasi model secara statistik adalah nilai AIC.

Tabel 12. Nilai AIC Pada Ketiga Model Regresi Poisson Bivariat

Nilai AIC Model Pertama	Nilai AIC Model Kedua	Nilai AIC Model Ketiga
1342,024	1298,991	1396,548

Nilai AIC yang paling kecil ditunjukkan oleh model kedua yaitu sebesar 1298,991, sehingga pemodelan jumlah kasus malaria dan *filariasis* menggunakan model dengan nilai λ_0 adalah suatu persamaan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan ketiga model regresi poisson bivariat, didapatkan model terbaik yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan dengan nilai AIC terkecil sebesar 1298,991. Pada model ini, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria. Variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kasus *filariasis* adalah persentase PHBS, persentase perilaku menguras bak mandi lebih dari 1 kali seminggu, persentase penggunaan repellent, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk.

Pada penelitian selanjutnya mengenai regresi poisson bivariat, sebaiknya peneliti melakukan penanganan terhadap adanya kasus overdispersi yaitu dengan metode *diagonal inflated bivariate poisson regression*, sehingga model yang dihasilkan akan semakin baik. Selain itu peneliti juga bisa menambahkan faktor-faktor lain penyebab malaria dan *filariasis*.

Saran yang bisa diberikan terhadap Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur adalah lebih memberikan penyuluhan kepada masyarakat tentang pentingnya berperilaku hidup bersih dan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jatim.
- [2] Departemen Kesehatan RI. (2010). *Profil Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi, Depkes RI, Jakarta.
- [3] Pritasari, E. (2013). *Regresi Bivariat Poisson Dalam Pemodelan jumlah Kematian Bayi Dan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Sarjana Jurusan Statistika, Surabaya.
- [4] Rachmah, N. F. (2014). *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan*

Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Bivariate Poisson Regression. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Statistika, Surabaya.

- [5] Ratnasari, N. (2013). *Pemodelan Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah HIV Dan AIDS di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Sarjana Jurusan Statistika, Surabaya.
- [6] Walpole, R.E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [7] Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- [8] Kawamura, K. (1973). The Structure of Bivariate Poisson Distribution. *Kodai Mathematical Seminar Reports*, 246-256.
- [9] Hines, W., & Montgomery, D. (1990). *Probability and Statistics In Engineering and Management Science*. New York: Wiley
- [10] Myers, R. (1990). *Generalized Linear Model with Applications in Engineering and Sciences* (2th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [11] Agresti, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [12] Karlis, D., & Ntzoufras, I. (2005). Bivariate Poisson Regression Models in R. *Journal of Statistical Software* (14(10)), 1-36.
- [13] Jung, C., & Winkelmann, R. (1993). Two Aspect of Labor Mobility: A Bivariate Poisson Regression Approach. *Journal Empirical Economics*, 543-556.
- [14] Bozdogan, H. (2000). *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity*, *Mathematical Psychology*, 44, 62-91.



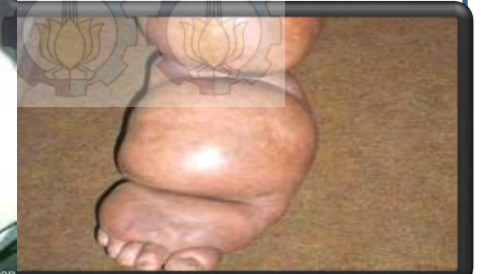
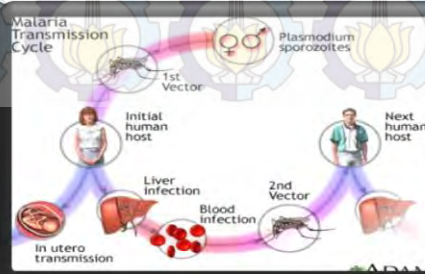
SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR
19 JUNI 2015



Pemodelan Kasus Malaria dan *Filariasis* di Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Friska Miftakhul Ilmi (1311100041)

Dosen Pembimbing: Dr. Purhadi, M.Sc



OUTLINE



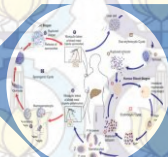
PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA



METODOLOGI PENELITIAN



ANALISIS dan PEMBAHASAN



KESIMPULAN dan SARAN



BAB I

PENDAHULUAN

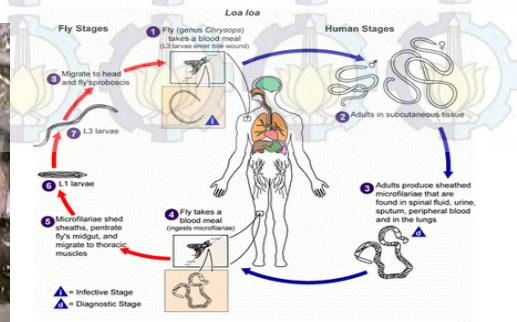
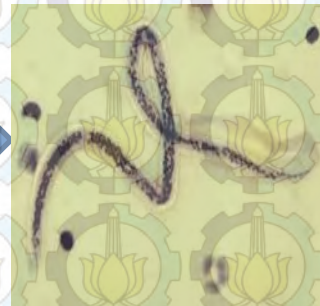
LATAR BELAKANG

RUMUSAN MASALAH

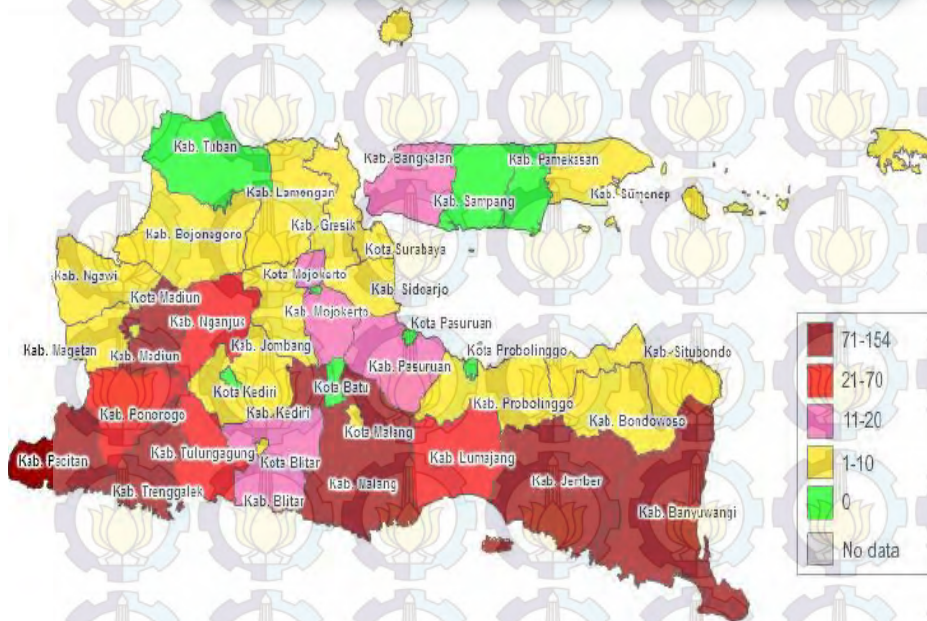
TUJUAN PENELITIAN

MANFAAT PENELITIAN

Batasan Masalah



Sebaran penderita Malaria di Jatim tahun 2013



(Dinkes Jatim, 2013)

Dinas Kesehatan memiliki target bahwa Pulau Jawa dan Bali akan bebas dari penyakit malaria terlebih dahulu pada tahun 2015

Penderita malaria tersebar di 30 kabupaten/kota dengan jumlah 1.070 penderita

Proporsi malaria import mengalami kenaikan dibandingkan tahun 2012

LATAR
BELAKANG

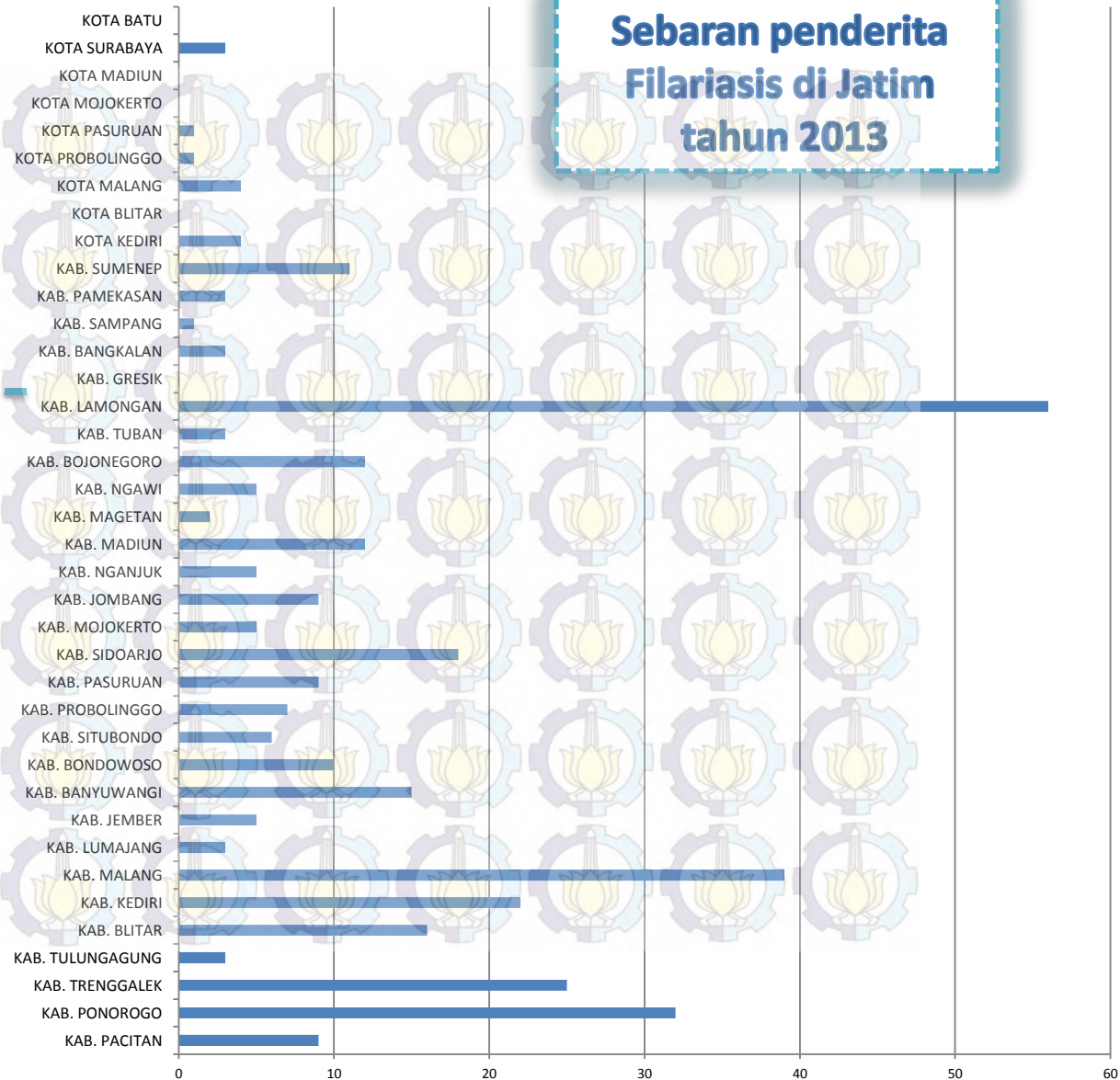
RUMUSAN
MASALAH

TUJUAN
PENELITIAN

MANFAAT
PENELITIAN

Batasan
Masalah

Sebaran penderita
Filariasis di Jatim
tahun 2013



Di Jatim, 100 % penderita
kasus *filariasis* ditemukan
dalam kondisi kronis

Tersebar di 33
kabupaten/kota dengan
jumlah 358 penderita

(Dinkes Jatim, 2013)

**LATAR
BELAKANG**

**RUMUSAN
MASALAH**

**TUJUAN
PENELITIAN**

**MANFAAT
PENELITIAN**

**Batasan
Masalah**

Malaria

Sarumpaet dan Tarigan, 2006 (*Odds Ratio*)

Variabel tindakan (penggunaan obat nyamuk, kasa nyamuk, kelambu, *repellent*) merupakan faktor dominan dengan kejadian malaria.

Santy, Fitriangga, dan Natalia, 2014 (*Odds Ratio*)

Kebiasaan pemakaian kelambu, obat nyamuk, dan beraktivitas diluar rumah pada malam hari berpengaruh terhadap kejadian malaria

Filariasis

Nasrin, 2008 (*Odds Ratio*)

Jenis pekerjaan, tingkat penghasilan, kebiasaan tidak menggunakan obat nyamuk, dan tingkat pengetahuan.

Amaliana, 2012 (Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression)

Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat, kepemilikan jamban sehat, kepemilikan tempat sampah sehat, kepemilikan pengelolaan air limbah sehat, dan persentase kegiatan penyuluhan kesehatan.

**LATAR
BELAKANG**

**RUMUSAN
MASALAH**

**TUJUAN
PENELITIAN**

**MANFAAT
PENELITIAN**

**Batasan
Masalah**

Regresi poisson
Bivariat

Pemodelan HIV dan AIDS di Jawa Timur

Ratnasari, 2013

Model terbaik adalah model dengan suatu persamaan

Pritasari, 2013

Pemodelan jumlah kematian bayi dan ibu di Jawa Timur

Jumlah kematian bayi dan ibu memiliki nilai korelasi yang bermakna

Rachmah, 2014

Pemodelan jumlah kematian bayi dan ibu

Jumlah kematian bayi dan ibu memiliki nilai korelasi yang bermakna dan model terbaik adalah model dengan merupakan suatu persamaan

Pemodelan Kasus Malaria dan *Filariasis* Menggunakan
Regresi Poisson Bivariat belum pernah dilakukan

Kasus Malaria
dan *Filariasis*

Distribusi Poisson

Berkorelasi dan memiliki
kesamaan vektor penyakit yaitu
gigitan nyamuk *Anopheles*

Regresi Poisson Bivariat

Memodelkan sepasang *count data* yang berdistribusi
poisson dan memiliki korelasi

LATAR
BELAKANG

Rumusan
Masalah

Tujuan
Penelitian

MANFAAT
PENELITIAN

Batasan
Masalah

Apa sajakah faktor yang berpengaruh secara signifikan pada jumlah kasus malaria dan *filariasis* di Propinsi Jawa Timur pada tahun 2013 menggunakan regresi poisson bivariat?

Menentukan faktor yang berpengaruh secara signifikan pada jumlah kasus malaria dan *filariasis* di Propinsi Jawa Timur pada tahun 2013 menggunakan regresi poisson bivariat

LATAR
BELAKANG

Rumusan
Masalah

TUJUAN
PENELITIAN

MANFAAT
PENELITIAN

Batasan
Masalah

Sebagai salah satu cara penerapan ilmu statistik di bidang kesehatan

Pengembangan
ilmu

Mengembangkan ilmu pengetahuan dibidang regresi khususnya regresi poisson bivariat

Pemerintah

Dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyakit malaria dan *filariasis* di Provinsi Jawa Timur, diharapkan adanya peningkatan perilaku hidup sehat yang bisa mengurangi terjadinya penyakit malaria dan *filariasis*

Penelitian ini menggunakan dua variabel respon yaitu jumlah kasus malaria dan *filariasis* serta 7 variabel prediktor yang mempengaruhi pada 29 Kabupaten dan 9 Kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2013.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Uji Korelasi

Indikator dalam hubungan linier
antara 2 variabel
(Draper dan Smith, 1992)

$$\hat{\rho}_{Y_1Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)(Y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}}$$

Pengujian hipotesis

H_0 : Tidak ada hubungan antara Y_1 dan Y_2

H_1 : Terdapat hubungan antara Y_1 dan Y_2

Statistik uji :

$$t = \frac{\hat{\rho}_{Y_1Y_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - \hat{\rho}_{Y_1Y_2}^2}}$$

Jika $|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2, n-2)}$ maka H_0 ditolak

Uji Multikolinearitas

Terdapatnya korelasi atau
hubungan antara satu variabel
prediktor dengan beberapa
prediktor lainnya

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

$VIF > 10$ maka terdapat
Multikolinearitas

(Hines & Montgomery, 1990)

Distribusi Poisson

1. Probabilitas kecil
2. Bergantung pada interval waktu tertentu
3. *Counting process*

(Myers, 1990)

PDF (dengan parameter $\lambda > 0$)

$$f_Y(y) = f_Y(y, \lambda) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!}, & y = 0, 1, 2, \dots \\ 0, & y \text{ yang lain} \end{cases}$$

$$E(Y) = \text{Var}(Y) = \lambda$$

Distribusi Poisson Bivariat

$$E(Y_1 Y_2) = (\lambda_1 + \lambda_0)(\lambda_2 + \lambda_0) + \lambda_0$$

$$\text{Cov}(Y_1, Y_2) = \lambda_0$$

$$\rho_{Y_1 Y_2} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{(\lambda_1 + \lambda_0)(\lambda_2 + \lambda_0)}}$$

$$\text{Var}(Y_1) = \text{Var}(X_1) + \text{Var}(X_0) = \lambda_1 + \lambda_0$$

$$\text{Var}(Y_2) = \text{Var}(X_2) + \text{Var}(X_0) = \lambda_2 + \lambda_0$$

PDF

$$f(y_1, y_2) = \begin{cases} e^{-\left(\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2\right)} \sum_{i=0}^{\min(y_1, y_2)} \frac{\lambda_1^{y_1-i} \lambda_2^{y_2-i} \lambda_0^i}{(y_1-i)!(y_2-i)!i!}, & y_1, y_2 = 0, 1, 2, \dots \\ 0, & y_i \text{ yang lain} \end{cases}$$

Regresi Poisson

Regresi Poisson menggambarkan adanya hubungan antara variabel respon (Y) yang berdistribusi poisson dengan satu atau lebih variabel prediktor (X) (Agresti, 1990)

Model Regresi Poisson

$$y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

$$\lambda_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$$

$$\mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad \cdots \quad y_n]^T$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \cdots \quad \beta_k]^T$$

$$\mathbf{x}_i^T = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \cdots \quad x_{ki}]$$

λ_i adalah rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Maximum Likelihood Estimation (MLE)

$$\begin{aligned} \ln L(\boldsymbol{\beta}) &= \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\lambda_i) \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \right) \\ &= -\sum_{i=1}^n e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}} + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \end{aligned}$$

Mendapatkan nilai parameter model Regresi Poisson dengan iterasi Newton-Raphson

Pengujian Signifikansi Parameter (MLRT)

Uji Serentak

Hipotesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_l \neq 0; l = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right)$$

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika } D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$$

Uji Parsial

Hipotesis

$$H_0 : \beta_l = 0$$

$$H_1 : \beta_l \neq 0$$

Statistik Uji

$$Z_{\text{hitung}} = \frac{\hat{\beta}_l}{se(\hat{\beta}_l)}$$

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika } |Z_{\text{hitung}}| > Z_{(\alpha/2)}$$

Regresi Poisson Bivariat

Memodelkan sepasang *count data* yang berdistribusi poisson dan memiliki korelasi dengan beberapa variabel prediktor (Karlis & Ntzoufras, 2005)

Distribusi Poisson Bivariat

$$(Y_{1i}, Y_{2i}) \sim PB(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \lambda_0)$$

Model Regresi Poisson Bivariat

$$\lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j} ; j = 1, 2$$

$$\text{dengan } \boldsymbol{\beta}_j = [\beta_{j0} \ \beta_{j1} \ \beta_{j2} \ \dots \ \beta_{jk}]^T$$

Tiga buah model dengan nilai λ_0 yang berbeda yaitu:

1. Model dengan nilai adalah suatu konstanta.
2. Model dengan nilai merupakan fungsi dari variabel bebas (*covariate*).
Persamaannya sebagai berikut.

$$\lambda_0 = \exp(\beta_{00} + \beta_{01}x_1 + \dots + \beta_{0k}x_k)$$

3. Model dengan nilai adalah nol dimana tidak ada kovarian dari kedua buah variabel

Estimasi Parameter Regresi Poisson BivariatMaximum Likelihood
Estimation (MLE)Fungsi *Likelihood*

$$L(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_0) = \prod_{i=1}^n \left(e^{-(\lambda_0 + \lambda_{1i} + \lambda_{2i})} \sum_{i=0}^s \frac{\lambda_{1i}^{y_{1i}-i} \lambda_{2i}^{y_{2i}-i} \lambda_0^i}{(y_{1i}-i)!(y_{2i}-i)!(i)!} \right)$$

$$L(\lambda_0, \beta_1, \beta_2) = \prod_{i=1}^n \left(\exp(-\lambda_0) - \exp\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - \lambda_0\right) - \exp\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_2} - \lambda_0\right) \right) \cdot W_i$$

$$W_i = \sum_{k=0}^{\min(y_{1i}, y_{2i})} W_{1i} \cdot W_{2i}$$

$$W_{1i} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_1} - \lambda_0\right)^{y_{1i}-k}}{(y_{1i}-k)!}$$

$$W_{2i} = \frac{\left(e^{\mathbf{x}_i^T \beta_2} - \lambda_0\right)^{y_{2i}-k} (\lambda_0)^k}{(y_{2i}-k)!k!}$$

Mendapatkan nilai parameter model Regresi
Poisson Bivariat dengan iterasi Newton -
Raphson

Pengujian Parameter Regresi Poisson BivariatMaximum Likelihood
Ratio Test (MLRT)Uji SerentakHipotesis:

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{jk} = 0, j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, k$$
Statistik Uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right)$$

Daerah Kritis: $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, 2k)}$
Uji ParsialHipotesis:

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji:

$$z = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{se(\hat{\beta}_{jl})}$$

Daerah Kritis: Tolak H_0 jika

$$|Z_{\text{hitung}}| > Z_{(\alpha/2)}$$

Estimasi *Standart Error* dengan Metode *Bootstrap*

1

Pilih B sampel independen *bootstrap*

2

Evaluasi replikasi *bootstrap* yang bersesuaian pada setiap sampel

3

Pembentukan model dari setiap replikasi

Menyimpan setiap nilai estimasi parameter dari hasil pemodelan dari setiap iterasi

4

5

Mengestimasi *standar error* dengan rumus

$$\widehat{se}_{Boot} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^B (\hat{\beta}_j - \bar{\beta})^2}{B-1}}$$

Dimana:

$\hat{\beta}_j$ = Nilai estimasi parameter *bootstrap* ke- j dimana
 $j=1,2,\dots,B$

$\bar{\beta}$ = Nilai rata-rata hasil estimasi parameter $\bar{\beta} = \sum_{j=1}^B \frac{\hat{\beta}_j}{B}$

B = Banyak replikasi *bootstrap*

Pemilihan Model Terbaik

AIC (*Akaike Information Criterion*) digunakan apabila pembentukan model regresi bertujuan untuk mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model bukan untuk melakukan suatu prediksi (Bozdogan, 2000).

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\theta}) + 2k$$

Penularan Malaria dan *Filariasis*

Malaria

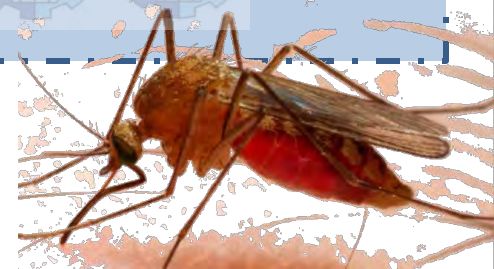
Penyakit infeksi parasit yang dapat menular kepada manusia sehat melalui gigitan nyamuk *anopheles*

- Malaria disebabkan faktor parasit, nyamuk *anopheles* (vektor) serta lingkungan, baik lingkungan sosial ekonomi, lingkungan biologi dan fisik
- Seseorang akan menderita hanya dengan sekali gigitan nyamuk

Filariasis

Penyakit menular yang disebabkan oleh cacing *filaria* dan ditularkan oleh berbagai jenis nyamuk, salah satunya adalah nyamuk *anopheles*

- Penularan *filariasis* terjadi jika terdapat sumber penularan (manusia), cacing *filariasis*, vektor (nyamuk), faktor lingkungan, perilaku, dan manusia lain yang rentan terhadap *filariasis*.
- Seseorang dapat terinfeksi *filariasis* jika mendapat gigitan nyamuk beberapa kali





BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Data sekunder: Dinas Kesehatan dan Riset Kesehatan Dasar Propinsi Jawa Timur Tahun 2013

Unit penelitian: 38 kabupaten/kota di Jawa Timur yang meliputi 29 kabupaten dan 9 kota

Perilaku (Rumah tangga ber-PHBS, Institusi dibina kesehatan lingkungannya, penggunaan repellent, insektisida, obat anti nyamuk bakar, Menguras bak mandi >1 kali seminggu)

Malaria
&
Filariasis

Lingkungan
fisik (Lantai
rumah
bukan tanah)

SUMBER
DATA

KERANGKA
KONSEP

VARIABEL
PENELITIAN

DIAGRAM
ALIR

Y_1

Jumlah penderita malaria

Diskrit

Y_2

Jumlah penderita *filariasis*

X_1

Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat

X_2

Persentase Institusi dibina kesehatan lingkungannya

X_3

Persentase lantai rumah bukan tanah

X_4

Persentase perilaku menguras bak mandi >1 kali seminggu

X_5

Persentase penggunaan repellent

X_6

Persentase penggunaan insektisida

X_7

Persentase penggunaan obat nyamuk bakar

SUMBER
DATA

KERANGKA
KONSEP

VARIABEL
PENELITIAN

DIAGRAM
ALIR

Struktur Data Penelitian

Wilayah	Y_1	Y_2	X_1	X_2	...	X_7
1	$Y_{1,1}$	$Y_{2,1}$	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$	...	$X_{7,1}$
2	$Y_{1,2}$	$Y_{2,2}$	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$	...	$X_{7,2}$
3	$Y_{1,3}$	$Y_{2,3}$	$X_{1,3}$	$X_{2,3}$	...	$X_{7,3}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	$Y_{1,38}$	$Y_{2,38}$	$X_{1,38}$	$X_{2,38}$	...	$X_{7,38}$

**SUMBER
DATA**

**VARIABEL
PENELITIAN**

**DIAGRAM
ALIR**

Pengumpulan data

Membuat statistika deskriptif

Menguji korelasi variabel respon

Melakukan uji multikolinearitas variabel prediktor

Memodelkan regresi poisson bivariat

Estimasi Parameter

A

A

Pengujian Signifikansi Parameter
Secara Serentak dan Parsial

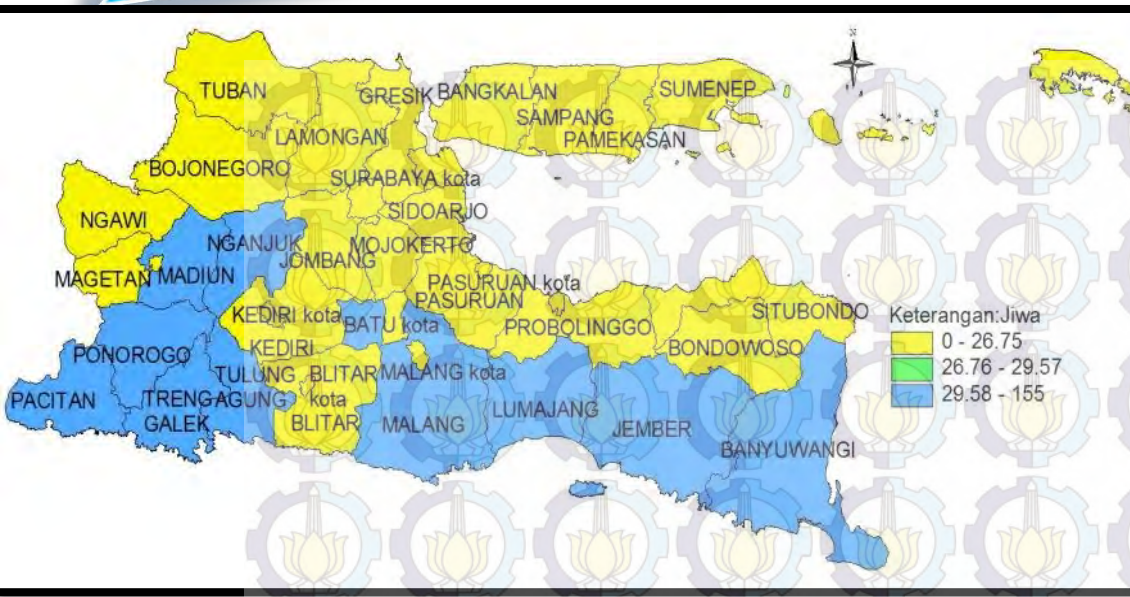
Membandingkan model terbaik
dengan AIC

Menginterpretasi model



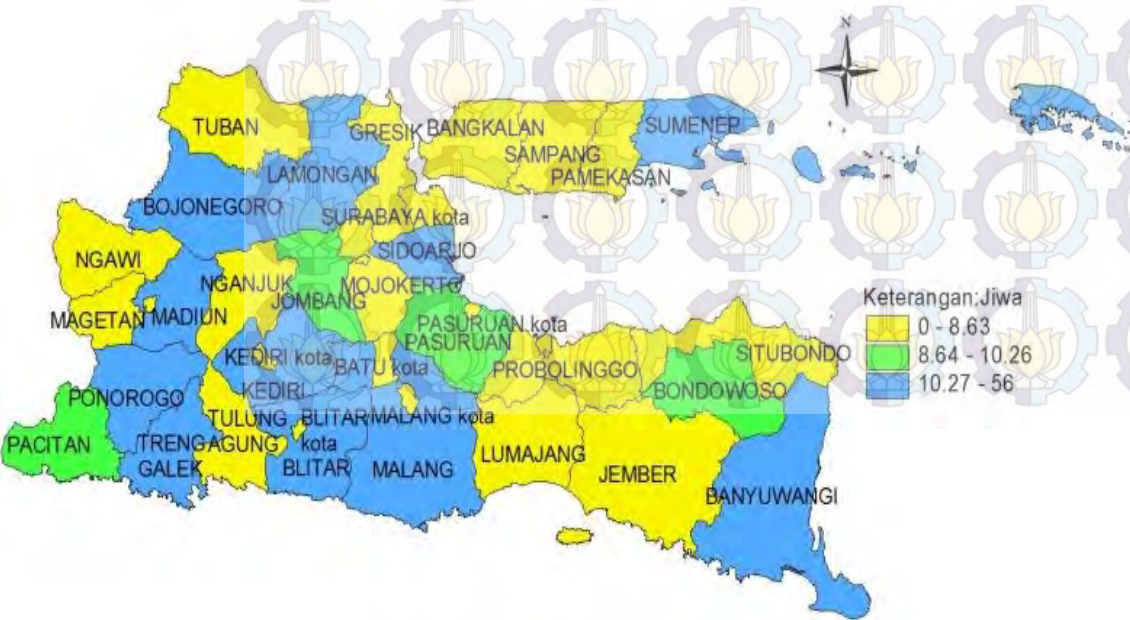
BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN



MALARIA

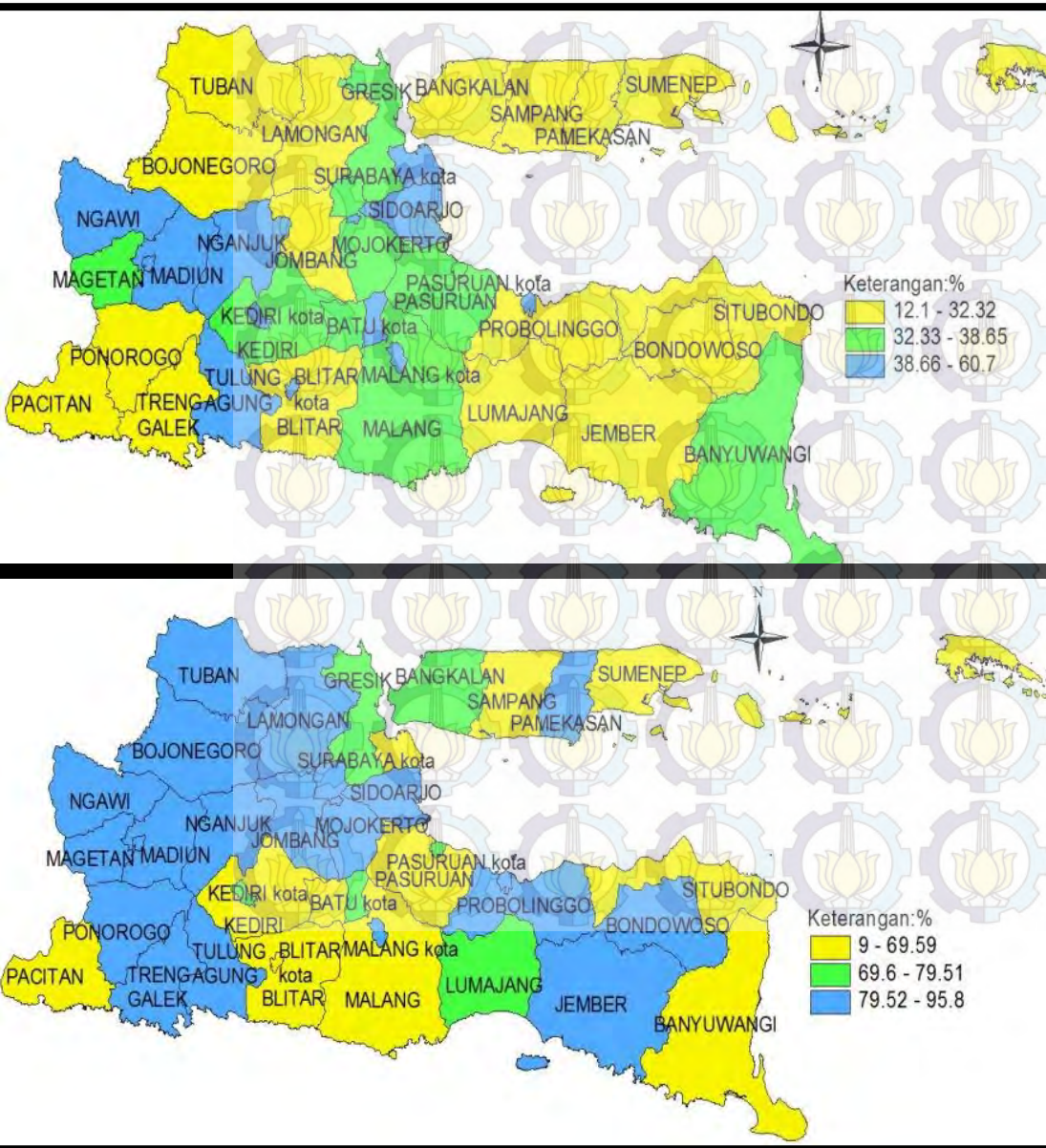
Mean = 28,16
 Varians = 1852,46
 Minimum = 0
 Maksimum = 155 (Kab. Trenggalek)



FILARIASIS

Mean = 9,45
 Varians = 141,44
 Minimum = 0
 Maksimum = 56 (Kab. Lamongan)

Statistika Deskriptif Variabel Prediktor



Persentase Perilaku Hidup Bersih dan Sehat

Mean = 35,48

Varians = 133,63

Minimum = 12,1

Maksimum = 60,7

Jumlah daerah yang masuk kategori rendah > kategori tinggi

Persentase Institusi dibina Kesehatan Lingkungan

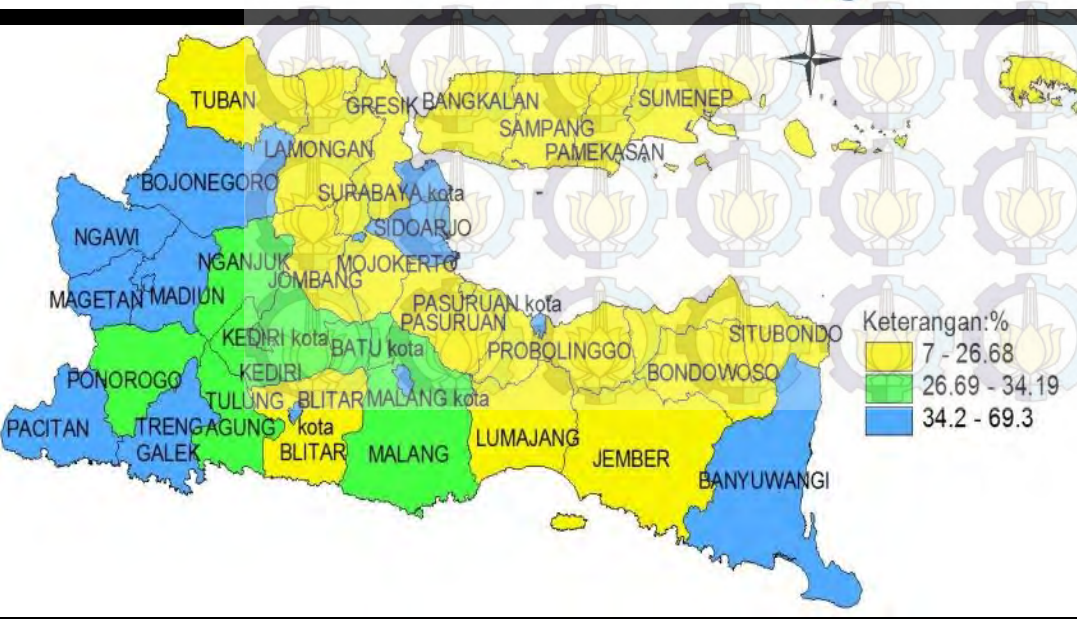
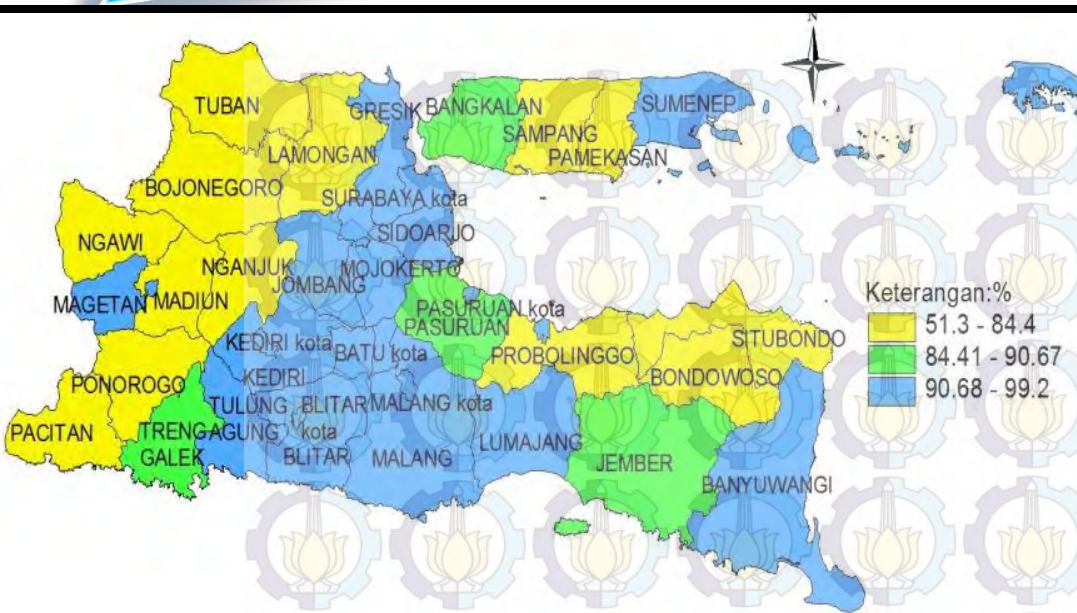
Mean = 74,55

Varians = 348,02

Minimum = 9

Maksimum = 95,8

Jumlah daerah yang masuk kategori rendah < kategori tinggi



Persentase Lantai Rumah Bukan Tanah

Mean = 87,54

Varians = 138,76

Minimum = 51,3

Maksimum = 99,2

Jumlah daerah yang masuk kategori tinggi > kategori rendah

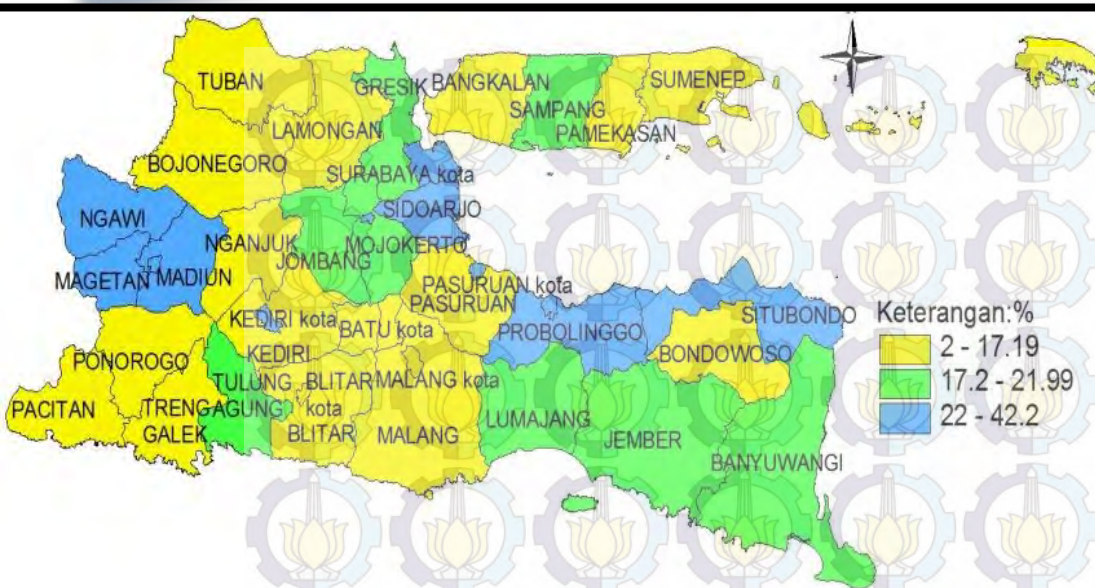
Persentase Perilaku Menguras Bak Mandi >1 kali Seminggu

Mean = 30,44

Varians = 199,54

Minimum = 7

Maksimum = 69,3



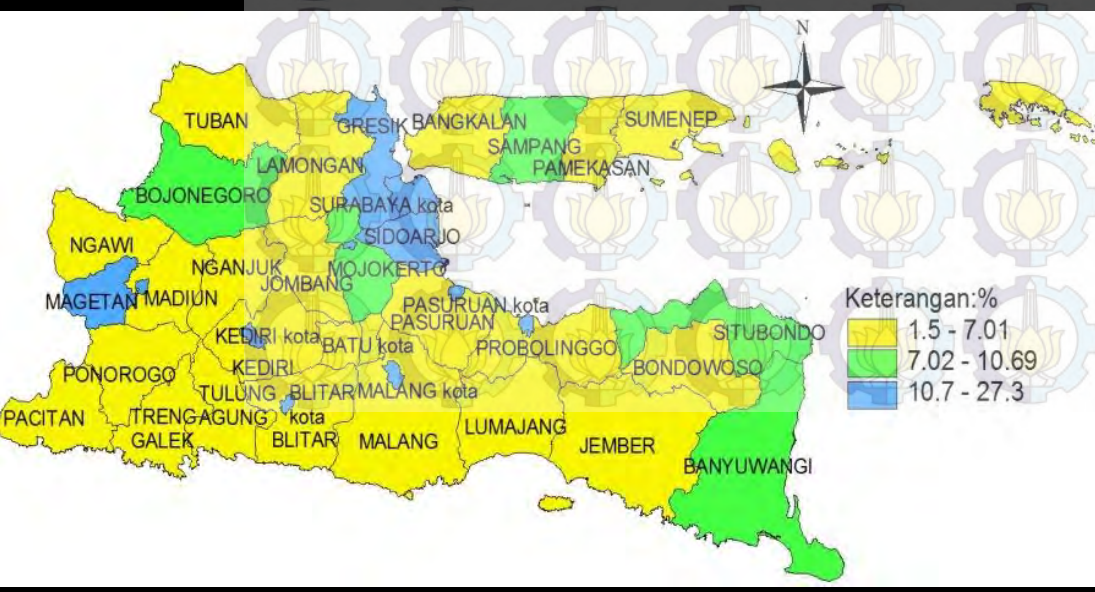
Persentase Penggunaan Repellent

Mean = 19,59

Varians = 81,72

Minimum = 2

Maksimum = 42,2



Persentase Penggunaan Insektisida

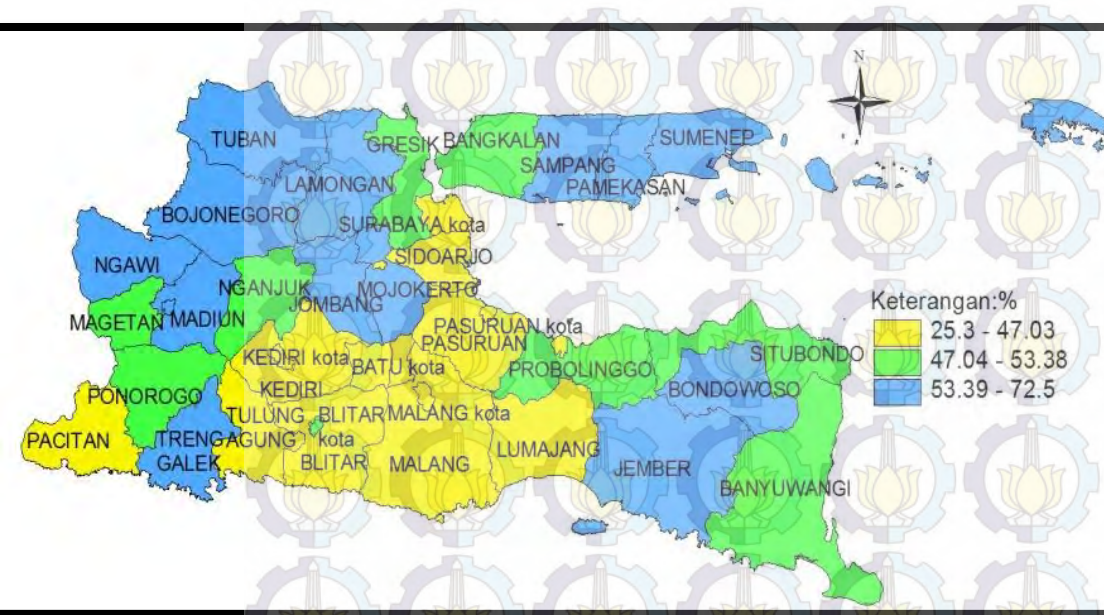
Mean = 8,85

Varians = 47,7

Minimum = 1,5

Maksimum = 27,3

Persentase Penggunaan Obat Nyamuk



Mean = 50,21

Varians = 142,49

Minimum = 25,3

Maksimum= 72,5

Jumlah daerah yang berada pada kategori tinggi dan rendah adalah sama

Korelasi Variabel Respon

Pengujian hipotesis:

H_0 : Tidak ada hubungan antara Y_1 dan Y_2

H_1 : Terdapat hubungan antara Y_1 dan Y_2

	Malaria	Filariasis
Malaria	1	0,417
Filariasis	0,417	1

$$P\text{-value} = 0,009 < \alpha = 0,05$$

$$|t_{hitung}| = 2,753 > t_{(0,025;36)} = 2,0438 \text{ maka tolak } H_0$$

Terdapat hubungan antara jumlah kasus malaria dan
filariasis.

Pemeriksaan Multikolinearitas Variabel Prediktor

Korelasi Antar Variabel

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁						
X ₂	0,14					
X ₃	0,41	-0,12				
X ₄	0,76	0,18	0,25			
X ₅	0,59	0,09	0,29	0,63		
X ₆	0,52	0,13	0,47	0,50	0,57	
X ₇	-0,34	0,32	-0,41	-0,24	-0,11	-0,31

Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
X ₁	2,859
X ₂	1,285
X ₃	1,531
X ₄	2,780
X ₅	2,109
X ₆	1,932
X ₇	1,552

Tidak terdapat korelasi antar variabel prediktor yang melebihi nilai $\pm 0,95$

Nilai VIF masing-masing variabel prediktor < 10 .

Pemodelan dengan Regresi Poisson Bivariat

Model Pertama

Model dengan nilai λ_0 adalah suatu konstanta

Model Kedua

Model dengan nilai λ_0 adalah persamaan dari variabel bebas

Model Ketiga

Model dengan nilai λ_0 adalah 0 dimana tidak ada kovarian dari kedua buah variabel

Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Model Pertama

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{j7} = 0; j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

$$D(\hat{\beta}) = 1308,02 > \chi^2_{(0,1;14)} = 21,064$$

Tolak H_0
Minimal terdapat satu variabel yang
berpengaruh terhadap model yang
dihasilkan.

Pengujian Parameter Model Secara Parsial**Model Pertama**

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

Par	Jumlah Kasus Malaria (λ_1)			Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> (λ_2)		
	Koef	SE	Z_{hitung}	Koef	SE	Z_{hitung}
β_0	1,108	0,571	1,942*	2,081	0,804	2,586*
β_1	-0,097	0,006	-14,815*	-0,002	0,009	-0,226
β_2	0,011	0,002	5,574*	-0,009	0,003	-2,751*
β_3	0,056	0,006	9,528*	0,001	0,006	0,127
β_4	0,122	0,006	19,575*	0,01	0,008	1,221
β_5	-0,039	0,006	-6,331*	-0,027	0,011	-2,373*
β_6	-0,236	0,016	-14,976*	-0,039	0,016	-2,404*
β_7	-0,038	0,004	-9,886*	0,022	0,007	2,992*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Nilai λ_0

Koef	SE	Z_{hitung}
0,573	0,439	1,305

Model Pertama

Persamaan

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,108 - 0,097x_1 + 0,011x_2 + 0,056x_3 + 0,122x_4 - 0,039x_5 - 0,236x_6 - 0,038x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(2,081 - 0,002x_1 - 0,009x_2 + 0,001x_3 + 0,01x_4 - 0,027x_5 - 0,039x_6 + 0,022x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0^* = \exp(0,573)$$

Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Model Kedua

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{j7} = 0; j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

$$D(\hat{\beta}) = 1250,99 > \chi^2_{(0,1;21)} = 29,615$$

Tolak H_0
Minimal terdapat satu variabel yang
berpengaruh terhadap model yang
dihasilkan.

Pengujian Parameter Model Secara Parsial

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

	Jumlah Kasus Malaria (λ_1)			Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> (λ_2)		
Par	Koef	SE	Z _{hitung}	Koef	SE	Z _{hitung}
β_0	1,061	0,647	1,639	0,531	1,117	0,475
β_1	-0,09	0,007	-11,983*	0,031	0,019	1,559
β_2	0,013	0,003	4,636*	-0,011	0,009	-1,338
β_3	0,05	0,007	7,505*	-0,010	0,009	-1,045
β_4	0,107	0,008	13,634*	-0,038	0,017	-2,177*
β_5	-0,025	0,007	-3,581*	0,005	0,017	0,268
β_6	-0,216	0,016	-13,599*	0,014	0,037	0,389
β_7	-0,034	0,004	-7,601*	0,051	0,016	3,234*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Pengujian Parameter Model Secara SerentakNilai λ_0

Par	Koef	SE	Z_{hitung}
β_0	2,564	2,943	0,871
β_1	-0,088	0,048	-1,847*
β_2	-0,003	0,013	-0,254
β_3	0,041	0,042	0,987
β_4	0,137	0,071	1,949*
β_5	-0,118	0,051	-2,290*
β_6	-0,208	0,121	-1,724*
β_7	-0,055	0,033	-1,665*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Model Kedua

Persamaan

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,061 - 0,09x_1 + 0,013x_2 + 0,05x_3 + 0,107x_4 - 0,025x_5 - 0,216x_6 - 0,034x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(0,531 + 0,031x_1 - 0,011x_2 - 0,010x_3 - 0,038x_4 + 0,005x_5 + 0,014x_6 + 0,051x_7)$$

$$\hat{\lambda}_0^* = \exp(2,564 - 0,088x_1 - 0,003x_2 + 0,041x_3 + 0,137x_4 - 0,118x_5 - 0,208x_6 - 0,055x_7)$$

Pengujian Parameter Model Secara Serentak

Model Ketiga

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{j7} = 0; j = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2; l = 1, 2, \dots, 7$$

$$D(\hat{\beta}) = 1308,024 > \chi^2_{(0,1;14)} = 21,064$$

Tolak H_0
Minimal terdapat satu variabel yang
berpengaruh terhadap model yang
dihasilkan.

Pengujian Parameter Model Secara Parsial

Model Ketiga

	Jumlah Kasus Malaria (λ_1)			Jumlah Kasus <i>Filariasis</i> (λ_2)		
Par	Koef	SE	Z_{hitung}	Koef	SE	Z_{hitung}
β_0	1,637	0,457	3,581*	2,727	0,674	4,045*
β_1	-0,089	0,006	-15,794*	-0,002	0,008	-0,221
β_2	0,011	0,002	5,837*	-0,007	0,003	-2,775*
β_3	0,049	0,004	11,076*	0,0001	0,006	0,019
β_4	0,109	0,005	23,568*	0,004	0,007	0,675
β_5	-0,035	0,006	-6,051*	-0,020	0,009	-2,150*
β_6	-0,215	0,011	-19,771*	-0,042	0,013	-3,093*
β_7	-0,036	0,003	-10,410*	0,013	0,006	2,248*

*) Signifikan dengan taraf signifikansi 10%

Model Ketiga

Persamaan

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,637 - 0,089x_1 + 0,011x_2 + 0,049x_3 + 0,109x_4 - 0,035x_5 - 0,215x_6 - 0,036x_7)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(2,727 - 0,002x_1 - 0,007x_2 + 0,0001x_3 + 0,004x_4 - 0,02x_5 - 0,042x_6 + 0,013x_7)$$

Perbandingan Model Regresi Poisson Bivariat

	AIC
Model Pertama	1342,024
Model Kedua	1298,991
Model Ketiga	1396,548

Model terbaik yaitu model dengan nilai λ_0 adalah suatu persamaan
Karena menghasilkan nilai AIC terkecil

Kesimpulan

Berdasarkan ketiga model regresi poisson bivariat, didapatkan model terbaik yaitu model dengan λ_0 adalah suatu persamaan dengan nilai AIC terkecil yaitu sebesar 1298,991. Pada model ini, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap kasus malaria, sedangkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kasus *filariasis* adalah persentase perilaku menguras bak mandi >1 kali seminggu dan persentase penggunaan obat nyamuk.

Kovariansi antara jumlah kasus malaria dan *filariasis* yang berpengaruh signifikan adalah persentase PHBS, persentase perilaku menguras bak mandi >1 kali seminggu, persentase penggunaan repellent, persentase penggunaan insektisida, dan persentase penggunaan obat nyamuk.

Saran

Pada penelitian selanjutnya mengenai regresi poisson bivariat, sebaiknya peneliti melakukan penanganan terhadap adanya kasus overdispersi yaitu dengan metode *diagonal inflated bivariate poisson regression*, sehingga model yang dihasilkan akan semakin baik. Selain itu peneliti juga bisa menambahkan faktor-faktor lain penyebab malaria dan *filariasis*.

Saran yang bisa diberikan terhadap Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur adalah lebih memberikan penyuluhan kepada masyarakat tentang pentingnya berperilaku hidup bersih dan sehat agar masyarakat terhindar dari penyakit malaria dan *filariasis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Amaliana, L.(2014). *Geographically Weighted Zero Inflated Poisson Regression Model, Case Study: The Number of Filariasis Cases in East Java 2012*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Statistika, Surabaya.
- Bozdogan, H. (2000). *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity*, Mathematical Psychology, 44, 62-91.
- Cameron, A., & Trivedi, P. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. USA: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan RI. (1999). *Modul Epidemiologi Malaria*. Direktorat Jenderal PPM&PPL. Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. (2007). *Profil Kesehatan Indonesia*. Depkes RI . Jakarta: Pusat Data dan Informasi.
- Departemen Kesehatan RI. (2008). *Profil Kesehatan Indonesia*. Depkes RI . Jakarta: Pusat Data dan Informasi.
- Departemen Kesehatan RI. (2010). *Profil Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Pusat Data dan Informasi,Depkes RI,Jakarta.
- Dhewy, R. C. (2012). *Pemodelan Bivariate Poisson Regression Dengan Kovarian Merupakan Fungsi Dari Variabel Bebas; Studi Kasus: Jumlah HIV dan AIDS di Propinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Statistics, Surabaya.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: Gramedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Hines, W., & Montgomery, D. (1990). *Probability and Statistics In Engineering and Management Science*. New York: Wiley.
- Jung, C., & Winkelmann, R. (1993). Two Aspect of Labor Mobility: A Bivariate Poisson Regression Approach. *Journal Empirical Economics* , 543-556.
- Juriastuti, P., Kartika, M., Djaja, I. M., & Susanna, D. (2010). Faktor Risiko Kejadian Filariasis di Kelurahan Jati Sampurna. *Jurnal Makara UI, Kesehatan* , Vol. 14, No.1, Juni 2010, hal.31-36.
- Karlis, D., & Ntzoufras, I. (2005). Bivariate Poisson Regression Models in R. *Journal of Statistical Software* (14(10)), 1-36.
- Kawamura, K. (1973). The Structure of Bivariate Poisson Distribution. *Kodai Mathematical Seminar Reports*, 246-256.
- Mardesni, F. (2006). *Hubungan Lingkungan Rumah, Perilaku, dan Pekerjaan dengan Kejadian Filariasis di Kab. Muaro Jambi Tahun 2006*. Tesis, Universitas Indonesia, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Depok.
- McCullagh, P. (1989). *Generalized Linear Models* (2nd ed.). London: Chapman and Hall.
- Myers, R. (1990). *Generalized Linear Model with Applications in Engineering and Sciences* (2th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Nasrin. (2008). *Faktor-Faktor Lingkungan dan Perilaku yang Berhubungan dengan Kejadian Filariasis di Kabupaten Bangka Barat*. Tesis Universitas Diponegoro, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Semarang.
- PAMSIMAS. (2014). *Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat Dan Penyakit Berbasis Lingkungan*. Field Book, Penyediaan Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat, Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Pritasari, E. (2013). *Regresi Bivariat Poisson Dalam Pemodelan jumlah Kematian Bayi Dan Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Sarjana Jurusan Statistika, Surabaya.
- Rachmah, N. F. (2014). *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Bivariate Poisson Regression*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Statistika, Surabaya.
- Ratnasari, N. (2013). *Pemodelan Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah HIV Dan AIDS di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Sarjana Jurusan Statistika, Surabaya.
- Riset Kesehatan Dasar. (2007). *Laporan Nasional 2007*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Santy, Fitriangga, A & Natalia, D. (2014). *Hubungan faktor individu dan lingkungan dengan kejadian malaria di Desa Sungai Ayak 3 Kecamatan Belitang Hilir, Kabupaten Sekadau*. Jurnal Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Sarumpaet, S. M., & Tarigan, R. (2006). *Faktor Risiko Kejadian Malaria di Kawasan Ekosistem Leuser Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara*. Journal, Universitas Sumatera Utara, FKM, Sumatera Utara.
- Soedarto.1992. Entomologi Kedokteran. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. Halaman: 59-61&102
- Walpole,R.E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- World Health Organization. World Malaria Report 2011;Geneva; WHO;2011
- Winkelmann, R. (2008). *Economic Analysis of Count Data* (5th ed.). Berlin: Springer.



SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR
19 JUNI 2015



Pemodelan Kasus Malaria dan *Filariasis* di Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Friska Miftakhul Ilmi (1311100041)

Dosen Pembimbing: Dr. Purhadi, M.Sc

